

# MÉRNÖKGEOLÓGIAI

---

## SZEMLE

---

A Magyarhoni Földtani Társulat  
Mérnökgeológia - Építésföldtani  
Szakosztályának időszakos kiadványa.

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével:  
DR. GRESCHIK GYULA

22.

Kézirat

Budapest, 1978 május hó





# MÉRNÖKGEOLOGIAI SZEMLE

A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT

Mérnökgeológia - Építésföldtani Szakosztályának  
időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével

Greschik Gyula

és

Horváth Tibor

22.

Kézirat

Budapest, 1978. november hó



## TARTALOMJEGYZÉK

A Nemzetközi Mérnökgeológiai Egyesület /IAEG/ III. kongresszusának anyagában /Madrid, 1978. szeptember/ magyar szerzőktől megjelent cikkek, melyeket az Egyesület Magyar Nemzeti Bizottsága bocsájtott a Mérnökgeológiai Szemle rendelkezésére.

	Oldal
 Kertész Pál:	
A MÁLLÁS SZEREPE A MÉRNÖKGEOLÓGIÁBAN Összefoglaló jelentés a II. szekció, a./ témacsoport- jában	5
 Bernáth Zoltán - Karácsonyi Sándor:	
KA VICSBÁNYÁK BÁNYAFÖLDTANI ELŐKÉSZÍTÉSE I. szekció, 11. szám.	37
 Reményi Péter - Varga Márton:	
A TERÜLETRENDEZÉS GAZDASÁGOSSÁGI SZÁMITÁ- SAI ÉPÍTÉSFÖLDTANI OLDALRÓL I. szekció, 16. szám.	71
 Kürti István:	
A KÖZETFIZIKAI ÁLLAPOTOK JELENTŐSÉGE KŐ- ZETEK KOMPLEX SZILÁRDSÁGI MEGITÉLÉSÉBEN S AZ EREDMÉNYEK FELHASZNÁLÁSA MÉRNÖK- GEOLOGIAI FELADATOKNÁL II. szekció, 23. szám.	85
 Kertész Pál:	
AZ ÉPÍTÉSI KŐANYAGOK ÉS HALMAZOK SZABVÁNYO- SÍTÁSÁNAK RENDSZERE MAGYARORSZÁGON II. szekció, 56. szám.	99
 Gáspár László:	
MÉRNÖKGEOLÓGIAI PROBLÉMÁK AZ UTÉPÍTÉSBEN MAGYARORSZÁGON III. szekció, 6. szám.	107

Gálos Miklós:

ALAGUTFALAZAT IGÉNYBEVÉTELEINEK MEG-  
HATÁROZÁSA KINEMATIKAI UTON A KÖZETFIZIKAI  
VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEINEK FELHASZNÁLÁ-  
SÁVAL

III. szekció, 38. szám.

Reményi Péter:

MÉRNÖKGEOLOGIAI ADATBANK A VÁROSFEJLESZTÉS  
ÉS KÖRNYEZETVÉDELEM SZOLGÁLATÁBAN

133

4. speciális szekció, 11. szám



## A MÁLLÁS SZEREPE A MÉRNÖKGEOLOGIÁBAN

/Összefoglaló jelentés a II. szekció, a. / témacsoportjához/

Kertész Pál <sup>x/</sup>

A mállás fogalmát a klasszikus geológia részletesen tárgyalja, de elsősorban az üledékképződés szempontjából elemzi. Ebből következően a földtani irodalomban az üledékképződés szempontjából fontosnak tekintett jelenségek mellett a mállott vagy mállásnak indult kőzet tulajdonságaira csak annyi utalást kaphatunk, amennyire azokból vagy az üledékképződésre vagy az üledékek tulajdonságaira közvetlenül következtetni lehet. A mállási tényezők közül is azokat ismerjük jól, amelyek az ismert üledékek keletkezésében szerepet játszottak.

A mállásban az egyéb földtani jelenségekhez képest többrétűen szerepel az időfaktor. A mállás geológiai időkben is hosszas folyamatát egy rövid, néhány éves vagy évtizedes-évszázados periódusban kell megfigyelnünk. Amíg a megfigyelésünk időpontjában már mállott kőzet kialakulásában nem is foglalkozunk az eltelt idő tényleges tartalmával, addig a mérnöki létesítmények esetén éppen azt kell megfigyelnünk, hogy milyen változás lehetséges egy műszakilag megszabott időtartamon belül.

Igy a mérnökgeológia a geológiával szemben sajátosan fogalmazza meg a mállás jelenségét is: amíg a földtanban a mállási folyamat más helyen megjelenő eredménye a vizsgálendő cél, addig a mérnökgeológiában mállásnak a kőzetek irreverzibilis tulajdonságváltozási folyamatát nevezhetjük. E tu-

---

<sup>x/</sup> Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány-Földtan Tanszék.

lajdonságváltozás műszaki szempontból általában kedvezőtlen, esetleg kö-  
zömbös, de sohasem kedvező és egyaránt vonatkozhat összeálló vagy laza  
kőzetre, talajra is.

### 1. A mállási tényezők

A mállási folyamat azokon a kőzeteken fejti ki hatását, amelyek közvetlenül  
vagy közvetve kapcsolatba kerülnek a légkörrel. A légkör hatásai az emberi  
iparosodás kezdetéig kizárólag természetes hatások voltak, amelyek össze-  
tetele és az egyes összetevők intenzitása a földtani korok és azokon belül a  
Föld éghajlati övei szerint jelentősen változott. Ezek ma is működnek, érvé-  
nyes is rájuk az aktualizmus elve, de mellettük jelentős súllyal jelennek meg  
az aktualizmuson kívül álló mesterséges, vagy mesterségesen befolyásolható  
természetes hatások.

E mesterséges hatások egy része az iparosodás, urbanizáció általános je-  
lenségeivel függ össze, tehát egy mérnökgeológiai tevékenység során lénye-  
gében nem változtatható és nem küszöbölhető ki. Ide tartozik a nagyvárosi  
levegő agresszív kén tartalma, a kipufogó gázok hatása, a levegő koromtar-  
talma stb. Ezek a mérnökgeológiai tevékenység során adottságként szerepel-  
nek.

A tényezők harmadik csoportjába azok a részben természetes hatások tar-  
toznak, amelyek vagy amelyek érvényesülése a mérnökgeológiai tevékenység  
során befolyásolható, korlátozható. Ide sorolható például az a természetes  
hatás, amelynek érvényesülését a kőzetkörnyezet addig elzárt térelemeire  
is lehetővé tesszük /pl. bevágás nyitásával/.

A mesterséges tényezőknek a létesítménnyel közvetlen kapcsolatban álló cso-  
pontjába tartoznak pl. az ipartelep agresszív gázai, vagy esetleg szennyvizei.



A mállási tényezők tényleges hatása és érvényesülése így a műszaki létesítménnyel szoros kapcsolatban áll: a mérnökgeológiában a mállás fogalma önállóan, a műszaki feladattól függetlenül, nem is tárgyalható, a mállási jelenségek elemzéséhez a kitűzött cél ismerete szükséges. Ennek két alapvető esetét ismerjük: /1. tábla/

a. / A mérnöki létesítményt a meglévő kőzettömegre helyezzük el.

A kőzetkörnyezet már eredetileg is mállott lehet, erre az építés során már figyelemmel kell lennünk, valamint arra, hogy a megnyitott új kőzetfelületeken jelentősen növekedhet a mállási sebesség. A létesítmény építés utáni használata az eddigiek mellett új, mesterséges, néhol igen koncentrált hatások érvényesülését is biztosíthatja. Ezzel a témakörrel foglalkozik a beküldött dolgozatok tulnyomó része.

b. / A természeti környezet megfelelően kiválasztott kőanyagából mérnöki szerkezetet készítünk, azaz a kőzetet építési kőanyagként használjuk fel /nem tartoznak már ide a termikus, vagy vegyi műveletekkel átalakított kőzetekből nyert mesterséges építőanyagok, a cement, építési mész, gipsz, téglá, üveg stb./ . A mérnökgeológia feladata ekkor egyrészt olyan kőanyaglelőhely felkutatása, amely minden - így mállási - szempontból is megfelelő termék készítését teszi lehetővé, másrészt pedig annak megállapítása, hogy a kőzetet a beépítés helyén érő - az előzőekben említett természetes, vagy mesterséges - tényezők nem okoznak-e meg nem engedhető mérvű tulajdonságváltozást. Evvel a kérdéssel csak egy beküldött dolgozat foglalkozik.

A két műszaki alapfeladat mállási megfogalmazásában az az alapvető különbség, hogy az első esetben a mállás a szálban álló, nagyobb tömegű természetes környezetben fejtette vagy fejti ki hatását, a második esetben a mállás csak a kőfejtés pillanatáig zajlik le természetes környezetben, a beépített és kis tömegű elemekből álló kőanyag, idegen, mesterséges környezetbe kerül.

Az első esetben a kőzettömeg lassu, természetes u.n. elsődleges mállása általában nem okoz olyan tulajdonságváltozást a kérdéses időszakaszban amely annak teherbirására, állékonyságára lényegesen kihatna. Sokkal nagyobb szerepet játszik az, hogy milyen a kőzet mállottságának térbeli változása - különösen a mélyebb szintek felé. A helyben mállott kőzetek - pl. reziduális talajok - tulajdonságváltozása egyértelműen a mállás előrehaladásától függ.

Az ujonnan megnyitott felületek másodlagos mállása elsősorban tagolt és agyagos kőzeteken okoz jelentős állékonyságcsökkenést, habár agyagos talajokon ehhez hasonló reverzibilis, nem mállási folyamat is kialakulhat.

Az építési kőanyagok mállási állapota a kőbánya adott elsődleges tömbjének mállottságától is függ; az előírások és a kőfelhasználási hagyományok általában kizárják mállottabb kőzetek felhasználhatóságát. Mivel a nagyobb fajlagos felületű kőanyagok védtelenül vagy csak kevésbé védve vannak kitéve az időjárási-környezeti hatásoknak, a másodlagos mállás lényegesen nagyobb mértékű lehet, mint az elsődleges és hatása a mérnöki létesítmény /pl. épület/ élettartalmán belül is jelentős tulajdonságváltozásokat okozhat.

Ahhoz azonban, hogy a mállás okozta tulajdonságokat akár a kőzetkörnyezetben, akár az építési kőanyagban megfelelően elemezhesük, áttekintjük a kőzettulajdonságok kialakulásának és változásának törvényszerűségeit.

## 2. A mállási folyamat a kőzetekben

A mállás - általános megfogalmazásban - olyan földtani folyamat, amelynek végeredményeképpen bármely kőzetből - eredeti helyén, vagy szállítás útján - laza állapotú kőzet alakul ki /amelyből utólagos változások újra összeálló kőzetet is létrehozhatnak/. Ez annak a konvergencia-elvnek felel meg, amely



szerint minden /élettelen, vagy élő/ szervezet olyan anyagszerkezeti, szer-  
vezeti felépítésre törekszik, amely az adott környezetnek optimálisan felel  
meg. A földfelszín - vagy bármely más égitest-felszín - állapotának a laza  
kőzet-, talaj-állapot az egyensúlyi, cél-állapota. A mállási jelenségekben  
közös ez a végállapot, egyedi viszont az, hogy egy kiindulási állapotból mi-  
lyen módon és milyen sebességgel jut el a kőzet ahhoz. A mérnökgeológiában  
ennek a változásnak minden fázisát elemeznünk kell és gyakran el kell tekin-  
tenünk a mállási jelenségek egyszerűsített osztályozásától /pl. fizikai-kémiai-  
-biológiai mállás/.

## 2.1. A kőzetek kiindulási állapota

A kőzet a keletkezési körülmények energiaszintje alapján meghatározott bel-  
ső energiával alakul ki. Ennek alapján az anyagi elemek meghatározott ener-  
giájú /rácsenergiájú/ kőzetalkotókba rendeződnek, az egyes kőzetalkotók kö-  
zött a környezetnek megfelelő kötési energia van, biztosítván a kőzetalkotók  
rögzítését. Az alapállapot megfelel a relatív energiaminimum helyzetének.  
Ha a környezet - és annak energiaszintje - nem változna meg, a kőzet válto-  
zatlan állapotában maradna /1. ábra/.

Az összeálló kőzetekben a keletkezési energiaviszonyoknak olyan kőzetszövet  
felel meg, amelyben a kőzetalkotók meghatározott - szabályos kristályszer-  
kezet esetén számítható - belső /rács-/ energiával, így a kőzetalkotóra jel-  
lemző szilárdsággal rendelkeznek. Egy kristályon belül a hasadási felületek  
csökkent energiájuk.

A kőzettani összetétellel és annak szerepével a mállásban részletesen fog-  
lalkozik Derman-Irfan, Uriel-Dapena, Brenner et al. Niini-Uusinoka dol-  
gozata.

A kőzetalkotókat kötési energiák rögzítik egymáshoz. A kötés két, eltérő helyzetű, gyakran eltérő anyagszerkezetű kőzetalkotó határán, szabálytalan felületen alakul ki, így a kötésenergia és a kötés szilárdság szeszélyesen változik az adott kapcsolatra lehetséges maximum és a zérus között. A kőzetalkotók közötti kötés energia így általában alacsonyabb szintű, mint a kőzetalkotók energiája és így a kötések mentén általában alacsonyabb a szilárdság is, mint a szomszédos kőzetalkotókon belül.

Lényegében a kötés tulajdonságára utal a Lempp-nél használt "erős kohézió" vagy Derman-Irfan "compactness of the grains" és "cementáció" kifejezése.

A kőzetalkotók és a kötések rendszerét a kőzetszövettel fejezzük ki. A kőzetszövet ezért a műszaki viselkedés szempontjából gyakran mértékadónak tekinthető tényező /ezt bizonyítja pl. Le Roux dolgozatában/.

Az összeálló kőzetek és a talajok között ebből a szempontból az a különbség, hogy az előbbieknél kőzetalkotóit, ásványait rögzítő kötés energia nem teszi lehetővé a kőzetalkotók reverzibilis relatív elmozdulását, míg a laza kőzetek kőzetalkotói közötti kötés energiaszintje alacsony, a szemcsék között nem találunk anyagszerkezeti kapcsolatot, azt elektrosztatikus, kapilláris, vagy surlódási erők helyettesíthetik, így a szemcsék a szövet sérelme nélkül is reverzibilisen elmozdulhatnak.

## 2.2 Mállási állapotváltozások

A kőzet a földfelszín energiaviszonyai közé kerülve, kötés energia nélküli, vagy csekély rácsenergiájú kőzetalkotókból álló kőzetekké válnak /pl. gránitdara, agyagásványos reziduális talaj/. Ez a mállás folyamata.



A mállási folyamatok érvényesülését – egyébként hasonló körülmények között elősegíti a kőzet tagoltsága /erre Derman-Irfan Uriel-Dapena és Niini-Uusinoka anyagában találunk érdekes adatokat/, porozitása, vagyis a kőzet mállásnak kitett fajlagos belső felülete.

A mállás során a külső hatások következtében /pl. hőmérsékletváltozások, fagyhatás/ az energiaszint változik: a kötések ennek megfelelően fárasztási igénybevétel alá kerülnek: egy bizonyos határ elérésekor a kialakult kötések egyike-másika kimozdul addigi helyzetéből, vagy kilép a kötési kapcsolatból. Így az adott helyen a kötési szilárdság csökken, vagy megszűnik. Erre a változásra elsősorban a fizikai változások hatékonyak, így alakul ki a kőzetalkotók lényeges változása nélkül a fizikai mállás. A kötésenergia csökkenését idézheti elő pl. a víz belépése a kötési felületbe. Ekkor – a fizikai hatások mellett – a vízmolekulák kapcsolatba is léphetnek a kialakult kötésben lévő ionokkal. A víz belépésével kialakult új kapcsolat mindig csökkent energiájú az előzőhöz képest.

A kőzetalkotók közül a határozott kristályszerkezetű ásványok energiaváltozásait jól ismerjük, de nem ismerjük a szilárdságváltozással való összefüggéseket, sem pedig a változás térbeli alakulását. Mivel /általában onnan indul ki/, az ásványtulajdonság változása maga után vonja a kötésenergia változását, romlását is. A kőzetalkotók változása elsődlegesen kémiai jellegű változás.

E kémiai változásokkal Derman-Irfan, Niini-Uusinoka, Brenner et al., és Uriel-Dapena dolgozatában találkozunk.

A kőzetek bármilyen P tulajdonsága valamilyen módon a kötés és a kőzetalkotók sajátásaiból tevődik össze, így ez utóbbiak bármilyen változása egyben a kőzettulajdonság változását is jelenti. A mérhető, megfigyelhető kőzettulajdonságok a kőzet komplex kőzetminőségének csak konkrét megnyilvánulási

formái, vetületei. A kőzetről alkotott képünk bizonyos mértékig aszerint is változik, hogy a tulajdonságok sorából melyeket vesszük figyelembe.

A tulajdonságok mindegyikének adott értéke tartozik a kőzet kiindulási, egyensúlyi állapotához. Ehhez az optimális tulajdonsághalmazhoz viszonyítjuk a változott tulajdonságokat, ezen mérjük le a mállást. A mállás sebessége, mértéke így a megfigyelő szemében attól is függ, hogy azt mely kőzettulajdonságok alapján értékeli. Mérnökgeológiai szempontból a mállást a műszaki szempontból lényeges kőzettulajdonságok alapján kell megítélni: így pl. diszitóköveken az elszíneződés, teherhordó szerkezetekben a szilárdság, míg reziduális talajokban a kompresszibilitás megnövekedése lehet az elsődleges tulajdonság.

A tulajdonságok csak a keletkezési körülmények folyamatossága esetén állandók /1. ábra a-b időszakasz/. A felszíni körülmények között a kőzet tulajdonságára egy  $P_{ult}$  értéke a megfelelő /c-∞ időszakasz/. A mállási tulajdonságváltozás folyamata a b-c időszakaszon belül játszódik le. Ugyanolyan jellegűek a változások a kőzetalkotók és kötések tulajdonságaiban, de viszonyuk a kőzettől és a mállási tényezőktől függ.

A kőzettulajdonságok eloszlása a málló kőzetben a radioaktív bomlást is jól leíró Poisson eloszlással írható le: a kezdetben kis szórású kőzettulajdonságok értékének változása mellett az értékek szóródása is megnövekszik. Ez jól látható Delgado Rodrigues 7. ábráján.

E változások kőzettani folyamatait Niini-Uusinoka, Brenner et al. valamint Uriel-Dapena dolgozatában, kőzetfizikai-talajfizikai vetületét pedig Brenner et al, Uriel-Dapena, Delgado Rodrigues, Balasubramaniam-Chana Towan, Dapena et al., Lempp és Le Roux dolgozatában tárgyalják.



### 2.3 Az elsődleges mállás

Az elsődleges mállási folyamatba azok az elváltozások tartoznak, amelyek a kőzet keletkezésétől a mérnöki tevékenység kezdetéig mentek végbe. Ide néhány olyan változást is sorolnak /pl. Derman/, amelyek epigenetikus, de nem szorosan vett mállási /pl. hidrotermális, pneumatolitos, diagenetikus/ folyamatok.

Az elsődleges mállási jelenségek általunk meg nem figyelhető és meg nem határozható idők alatt mentek végbe és jelentős kőzettömegre terjednek ki. A felszínről kiinduló ilyen mállási folyamatok fokozatosan csökkenő intenzitással haladnak a mállott - és bizonyos mértékig szigetelő hatású - kéreg vastagságának növekedésével /2. ábra/

A mállási sebesség változására Delgado Rodrigues ad érdekes adatokat.

A hőmérsékletváltozáshoz kötött elváltozások gyakorlatilag a semleges zónáig /ezen belül a fagyhatás a fagymélységig/, a vízzel kapcsolatos hatások a vizmozgás mélységéig hatolnak csak.

A mállási folyamat az üde kőzetet a taljállapotba alakítja át, vagy lehetővé teszi annak elszállítását. A reziduális talajképződés e folyamatok elsősorban azért foglalkoztatja a mérnökgeológiát intenzíven, mert ezekben az építési paraméterek lényegében mélységfüggők, ahogy azt Brenner et al. egyértelműen bebizonyítják.

Mivel a mállási kéreg nem lehet egységes talajfizikai paraméterekkel jellemezni, ezeknél a szálban álló kőzeteknél alakult ki legkorábban a mállási folyamatnak megfelelő zónabeosztás alkalmazása is. A zónabeosztás több szerzőnél is hasonló módon található meg /pl. Derman, Uriel-Dapena, Niini-Uusinoka, Balasubramaniam-Chana Towan, Brenner et al./ . Magashegységi mállási kéreggel Nesvara-Ondrasik dolgozata foglalkozik.

Ebbe a témakörbe tartozik a szekcióba tartozó dolgozatok háromnegyed része. Az ismertetett kőzetek skálája szűk: a jobbára gránitok és gránit utáni reziduális talajok és néhány magmás kőzetek említése mellett még csak az agyagos, palás kőzetek tárgyalását találjuk meg.

Derman és Irfan angliai gránitelőfordulás mállási állapotát elemezték mind kőzettani, mind pedig műszaki-kőzetfizikai szemszögből igen részletesen. A kőzeteket a kőzetalkotók alapján 5-5 kémiai és fizikai mállási kategóriákba osztották, és a kőzetfizikai eredményekkel összevetve 5 mállási fokozatot /zónát/ különböztetnek meg. Az osztályozás igen képiesen tárja elénk a vizsgált gránit mállási stádiumait. Az igen nagy számban végrehajtott kőzetfizikai vizsgálatok alapján teljes képet kaphatunk a gránit viselkedési spektrumáról. Bemutatják, hogy a vizsgált gránitok mállási állapotát egyértelműen jellemzik az elvégzett laboratóriumi és terepvizsgálatok. Mértékadónak tekintik a gyors vízfelvétel, a száraz testsűrűség, a pontszilárdság és az egyirányú nyomószilárdság értékét a kőzetek mállási osztályozására. A terepfelvételek során hangsúlyozzák a tagoltság fontosságát is.

Uriel és Dapena szintén gránitokon végzett vizsgálatsorozatok eredményét mutatják be avval a céllal, hogy megállapítsák a mérnöki létesítmények kőzetkörnyezetét alkotó gránit mállási tulajdonságait. A gránit kémiai mállási fokozatait az ásványtani összetétel függvényében tárgyalják, a fizikai mállási osztályozást a száraz testsűrűséggel fejezik ki és igen részletes kőzetfizikai vizsgálati eredményesort ismertetnek. A kőzetfizikai eredmények és a mállási fok összefüggéseit tanulságos ábrákon találhatjuk meg. Jól látszik itt az alakváltozási görbék alkalmassága a mállás jellemzésére. Érdekes a Los Angeles vizsgálatok alkalmazása is erre a célra.

A vizsgálatsort a mállott talajon végzett nyirási és kompresszibilitási vizsgálatok zárják le. A kőzetfizikai vizsgálatok eredményei a mállási fokozatoknak megfelelő szabatos kategorizálást tesznek lehetővé.



Niini-Uusinoka gránitos prekambri kőzetek mállásával foglalkoznak. A kémiai mállás elemzése során megállapítják, hogy az nagymértékben a szabad fajlagos felülettől, így közvetlenül a tagoltságtól függ. A tagoltság nagyobb mértékben befolyásolja e kőzetek mállottságát, mint a mafic-felsic kémiai jelleg. A dolgozatban a mérnöki szerkezetek kialakulása szempontjából fontos kőzetek mállási osztályozási módszereit ismerhetjük meg. A kőzetek mállottságuk alapján négy, szemlélettel elkülöníthető csoportba osztják, és az egyes kőzetekre jellemző mállási tényezőt aszerint állapítják meg, hogy a kőzetet harántoló furómagok sorában milyen az egyes mállási fokozatok aránya.

Nesvara és Ondrasik a csehszlovák hegyvidéki területek természetes, változó vastagságú mállási kérgét vizsgálták, mivel a műszaki létesítmény tervezési stádiumában már ennek ismeretére szükségük volt. Az európai, majd csehszlovákiai kéregmállás áttekintése után a maradék-feszültségek hatását elemzi a cikk a mállási kéregben. Az eróziós feszültségmentesítést a felszinnel párhuzamos 25–35 m mélyen huzódó tagoló felületek jelzik, míg a fokozatos, nem eróziós feszültségátrendeződésre kisebb mélységű, szeszélyesen huzódó tagoló felületek jellemzők. A postglaciális mállási kéreg mellett néhol harmadkori mállási kéreg is visszamarad, ez utóbbi már reziduális talajnak tekinthető.

A mállási kéreg tényleges helyzetére a szerzők szerint a geomorfológiai és paleogeográfiai adatok mellett geofizikai mérések adnak megbízható felvilágosítást.

Dapena és szerzőtársai dolgozatában palás rétegsor tulajdonságváltozását vizsgálják, a mállási folyamat megismerése céljából. A vizsgálatra üde és két, különböző mállási fokozatu kőzettípus került. Részletesen elemezték az egyes típusok ásványi összetételét, a vegyi összetétel változásait. A mállási fokozatokat a száraz testsűrűség alapján választották el egymástól. Hasonló eredmény adódott a porozitás alapulvételével is. A kőzet üde állapotában is változó tagoltságú, a kaolinit és kalcittartalom alapján. A kőzet mállására jellemzőnek tekintik a muszkovit-illit átalakulást.



Az eddig említett dolgozatok a kőzetek olyan mállási jelenségeit tárgyalták, ahol az üde, ép kőzettől a mállottig az átmenetek műszakilag fontosak voltak. Néhány dolgozat /Brenner et al. – Chukweze és Balasubramaniam et al. / a reziduális talajok problémáival foglalkozik.

Brenner és szerzőtársai a thaiföldi utépítési problémák szempontjából fontos reziduális gránittalajokat vizsgálták. A talajszelvényt ötfokozatos és egyszerűsített háromfokozatos osztályozással tagolták. A dolgozat igen alapos kőzet-tani és ágyagásványtani vizsgálatok után foglalkozik a szemnagysági és konzisztenciavizsgálatokkal. Megállapítja, hogy a talajok fizikai sajátságai egyértelműen összefüggnek annak tényleges mállási állapotával. A vizsgálatok és a zónabeosztás eredményét jól áttekinthető táblázatban foglalja össze.

Chukweze két dolgozatában is foglalkozik nigériai trópusi, mállott talajok kérdéseivel. Első dolgozatában azt vizsgálja, hogy milyen módon állapítható meg nyírószilárdsági vizsgálat alapján a talajok tömörödése. A vörös talajokban épített utak az ország számára nagy fontosságúak, így a talaj műszaki viselkedésének legegyszerűbb laboratóriumi modellezése volt a dolgozat célja. A dolgozathoz megismerhetjük a változatos talajtípus fizikai paramétereinek sorát. A szerző a vizsgálatokból azt a következtetést vonja le, hogy a tömörödés a belső surlódás értékei alapján előzetesen is becsülhető, bár egy surlódási szög értékéhez egy tömörödési intervallum tartozik. Nem adódott viszont a vizsgálatokból összefüggés a kohézió és a tömörödési tulajdonságok között.

A szerző második dolgozata mállott talajok összenyomhatóságával foglalkozik. Itt megtaláljuk a nigériai talajok áttekintését, a környezet leírását és számos ödométeres vizsgálat eredményét. Az előzetes vizsgálatokhoz felhasználták a testsűrűség, a természetes víztartalom és konzisztenciahatárok mellett az in situ vizsgálatok adatait is. A minták nem viselkedtek egységesen: egyes mintákon a változások csekély mértékűek és prekonszolidációs feszült-



ség nem tételezhető fel bennük, míg a minták más részén fordított a helyzet. A vizsgálat eredményeképpen megtaláljuk a hézagtenyező, a konszolidációs együttható, a fajlagos térfogatváltozás és az áteresztőképesség összefüggéseit a terhelés függvényében. Ennek alapján a vizsgált talajok normálisan komprimált talajok, amelyeknek próbaterheléssel meghatározták teherbírását is.

Balasubramaniam és Chana Towan puha bangkoki agyagok változásait vizsgálta a mállás hatására abból a célból, hogy az üde agyagokkal összehasonlítva a mérnöki munkálatoknál fontos különbségeket szabatosan kimutassák. A dolgozat érdekessége az, hogy a mélység - és így a mállottság - függvényében számos fizikai paraméter változását láthatjuk. Mivel a délkeletázsiai agyagok általában tulkonszolidált állapotúak, a vizsgált agyag is e csoportba tartozik. A dolgozat leírja az általános talajfizikai jellemzők változásának törvényszerűségeit, majd ismerteti az ödométeres és triaxiális vizsgálatok eredményeit. A vizsgálat eredményeit igen jól szerkesztett görbéken és táblázatokon követhetjük. A dolgozat alapján a bangkoki talaj viselkedését és a mállottság hatását jól megismerhetjük és egyben érdekesen összeállított vizsgálati rendet tanulmányozhatunk.

Az építőkövek fejtett tömbjei a kiindulási állapotnál ugyan kedvezőtlenebb állapotúak, a tömb mállási, vagy utóvulkáni hatások következtében elsődleges elváltozások is észlelhetők, de a legtöbb esetben tömböket a fejtés előtt nagyobb fedőréteg szigetelte el a felszíntől, és így jelentősebb mállás inkább a tömbök felületén, a tagoltsági rések mentén indult meg. Ilyen kőanyaggal csak Delgado Rodrigues tanulmánya /2.5/ foglalkozik.

## 2.4 Másodlagos mállás a mérnöki tevékenység során változott kőzetkörnyezetben

A kőzetkörnyezetet mérnöki tevékenységünkkel megváltoztatva a mállás új formáit és lehetőségeit biztosítjuk. Ezek csak akkor terjednek ki rövid idők alatt nagyobb vastagságu kőzettömegre, ha a mállott kéreg természetes /eróziós/, vagy mesterséges módon elszállításra kerül. Ez előbbi akkor léphet fel, ha a kialakított felület nem vízszintes és a fellazult kőzet törmelékdarabokban vagy felszinmozgással, összefüggő tömegekben mozdul el.

A mállás eme folyamatában a kőzettulajdonságok csak olyan mértékben érdekesek a megítélés számára, amennyire azok az állékonysággal függnék össze: a szerkezeteink teherviselésnél számbajövő kőzettömegre e hatások - jó tervezés és kivitelezés esetén - általában nem jutnak el.

A kőzetkörnyezetben végbemenő másodlagos mállással két beküldött dolgozat foglalkozik. Mindkét dolgozat kőzetanyaga agyagos pala, illetőleg márga.

Lempp a Német Szövetségi Köztársaság agyagpalás és márgás kőzeteiben fellépő felületi mállási jelenségeit vizsgálja. A kőzetek az utépitési munkálatok során igen gyakran kerülnek feltárássra és megnyitott felületükön gyors mállási folyamat indul meg. E kőzetek egyébként erősen változó karbonát-tartalma nem befolyásolja az aprózódásként megjelenő mállást és az hetek-hónapok alatt 25 cm vastagságot is fellazít. A szerző megállapítása szerint a mállást az átnedvesedés-kiszáradás folyamata hozza létre, az átnedvesedés önmagában vagy a fagy még nem okoz jelentős mállást. A fagy okozta repedések a tagoltsággal együtt lehetővé teszik a víz bejutását és a kiszáradást: a mállási mélységet a kiszáradás mélysége határozza meg. A mállás végterméke egy teljesen plasztikussá vált agyagféle.



Le Roux dolgozatában márgás kőzetek mállását elemezte, de az előzőtől eltérően laboratóriumi vizsgálatok alapján. A vizsgálatához mesterséges modellhatást alkalmaz, amit egy e célra kifejlesztett szimulátorban állít elő. A szimulátorban a mállásra mértékadó átnedvesedést víz hozzáadásával, a kiszáradást meleg levegő, ultrahely és infravörös sugárzással modellezi, és a mállás előrehaladását a halmazként bemért kőzetanyag aprózódásával fejezi ki. A szerző megállapítása szerint a mállásban elsődleges a szövet és másodlagos az összetétel szerepe. A vizsgálatok alapján a márgák három mállási csoportba oszthatók.

## 2.5 A beépítés után másodlagosan változó építési kőanyag

Az elsődlegesen bizonyos mértékig már változott kőanyagot a beépítés időpontjának alapállapotúnak, általában üdének tekintjük és a változásokat ehhez az állapothoz viszonyítjuk. Az építőkövek mállási jelenségeinek igen gazdag az irodalma, a következtetések ezekben azonban jórészt nem mállási folyamatra, hanem a kőzet kategorizálására vonatkoznak.

Ezek a kategóriák /pl. fagyálló – nem fagyálló, időálló – nem időálló elnevezéssel/ lényegében azt jelentik ki, hogy a kőzetek a megítélés helyén beépítve a szokásos beépítési időtartam alatt feladatukat még képesek /vagy nem képesek/ ellátni. Ez a kategorizálási egyszerűsítés nem felel meg sem a kőzetekben végbemenő tényleges kőzetfizikai folyamatoknak, sem pedig a műszaki igényeknek.

Az építőkövek viszonylag nagy fajlagos felületen érintkeznek a mállási hatásokkal, a mállási sebesség ezért viszonylagosan nagyobb, mint a szálban álló kőzetek esetén. A mállási hatások érvényesülése a kőzet energiaviszonyainak romlásaival növekszik, a kőzeten a mállási sebesség növekvő tendenciájú /2. ábra/, még akkor is, ha a mállást előidéző környezeti hatások egyébként változatlanok /Ezt mutatja be Delgado Rodrigues dolgozata is/.

A kőzetkörnyezet mállási jelenségeiben mindmáig a természeti tényezőké a főszerep, ezzel szemben az építőkövek mállási jelenségeit fokozzák a mesterséges környezeti hatások. Közismert – néha ugyan vitatott – a légszennyeződés szerepe az építőkövek mállásában. Másodlagos jelenségként lépnek fel a vízháztartással /pl. párányomással/ kapcsolatos hatások.

Ezek a jelenségek viszonylag rövid idő alatt okoznak mérvadó kőzetváltozásokat és a kőzetek a felhasználás szempontjából kritikus állapotba is kerülhetnek. Mivel az építmények fenntartása ennek ellenére gyakran közérdek, a további mállási folyamat korlátozása, vagy a kőzettulajdonságok valamilyen javítása válhat szükségessé. Ezt a célt a kőzetek konzerválásával jelentős költséggel és csak korlátozott időtartamra érhetjük el. Ezzel a kérdéssel – műemléki oldalról – foglalkozott az idén egy nemzetközi kollokvium is Párisban /Altération et protection des monuments en pierre/.

A beküldött dolgozatok közül egy foglalkozott csak az építési kőanyagok mállási tulajdonságával. Delgado Rodrigues tanulmánya általánosságban is tárgyalja a kőzetek mállási hajlamát és a mállás sebességét. Az e kérdéssel foglalkozó irodalom áttekintése után a Lisszabonban utkövezésre alkalmazott dolerit esetét mutatja be: e kőzet a beépítés után viszonylag rövid idő alatt mállásnak indult, ezért mind a beépítés idejéből való összehasonlító tömb és a kőbányában fejtett friss tömb alapján utólagos összehasonlító vizsgálatokat végeztek. A vizsgálatok során ultrahangos és egyirányú nyomási vizsgálatok alapján megállapították a beépítés óta bekövetkezett tulajdonságromlást és azt az ultrahangsebesség alapján mállási sebességként is kifejezték. Az így nyert eredmények az értékelési módszer használhatóságát bizonyították.



### 3. A mállási folyamat számszerű értékelése

A műszaki gyakorlat minden esetben megköveteli, hogy a mállást objektív, az értékelésben felhasználható számszerű adatokkal jellemezzük. Ennek elvileg helye módja az energiaveszteség számszerű kifejezése, ami azonban gyakorlatilag nem alkalmazható. Meg tudjuk azonban adni a kőzet jelenlegi állapotának mállási jellemzőjét /mállottságát/, valamint a lehetséges mállás mértékének /mállási potenciál/ kifejezését.

#### 3.1 A mállási állapot jellemzése

Bármely kőzet mállási állapotát kifejezi a mértékadó tulajdonságának pillanatnyi értéke  $/P_i/$ , anélkül is, hogy valamilyen alaphoz viszonyítanánk. Így a  $P_o > P_i > P_{ult}$  határok között tájékozást kapunk a kőzet pillanatnyi viselkedéséről. Ide sorolható a kőzettani, vagy vegyi összetétel pillanatnyi helyzetének rögzítése is /Uriel-Dapena, Niini-Uusinoka, Dapena et al. stb./

A kőzetet egy alapállapotnak elfogadott és végállapotnak tekintett határ között szemlélettel vagy vizsgálatokkal elkülönített mállási fokozatokba osztjuk és így a mállottság fokáról beszélünk. Ez térbelileg elhatárolható zónáknak felel meg /pl. a reziduális talajképződésnél/. Habár e fokozatok önkényesek, de a felosztás a célnak gyakran megfelel. A fokozatba osztás alapja általában valamely kőzettani módszerekkel meghatározott tulajdonság /pl. a kőzetalkotók jellege, állapota/, vagy egyéb paraméter /3. ábra/

Ilyen jellegű pl. T ourenqu-Fourmaintrau "indice de qualité"-je, ahol a viszonyító alap a kőzettani összetételből számított, súlyozott átlagos ultrahangsebesség, amihez a mért sebességértékeket hasonlítják.

A fokozatba osztást alkalmazza pl. Derman-Irfan, Uriel-Dapena, Balasubramaniam-Chana Towan és Brenner et al. dolgozata.

Amennyiben a kőzet feltételezett kiindulási állapotában  $/P_o/$  és egy vizsgált  $i$  időpontban fennálló állapotban  $/P_i/$  meghatároztuk a kőzet tulajdonságát, a mállás mértékét a

$$\frac{P_i}{P_o} \text{ mállási tényező, a mállás sebességét}$$

a 
$$\frac{P_o - P_i}{t_i - t_o} \text{ hányados fejezi ki.}$$

Ez utóbbira Delgado Rodrigues dolgozatában találunk alkalmazást.

### 3.2 A mállási potenciál meghatározása

A mállási potenciál meghatározásához nem áll rendelkezésünkre a természetesen mállott állapotú kőzet, hanem egy még üde, alapállapotú kőzet alapján kell a változás lehetőségét becsülni. A potenciálisan lehetséges mállási hatásokat mesterséges mállási /öregedési/ folyamatokkal /modellhatásokkal/ helyettesítjük /4.3/. E mesterséges hatásoktól azt kívánjuk, hogy a valóságosnál rövidebb idő alatt adjanak mérhető és értékelhető eredményt: az 5. ábra szerint a modellhatás változási görbéje meredekebb, mint a tényleges hatásé. A lehetséges mállás mértékét a mállási tényezőkhöz hasonló  $\lambda = \frac{P_i}{P_o} \text{ változási tényező}$  fejezi ki. Ez mindig adott hatásidőhöz /ciklusszámhoz/ tartozik, így a laboratóriumi változási görbe egyenesnek feltételezett szakasza hajlásaként értelmezhető.

A mállékonyságot fejezi ki pl. közvetlenül a Le Roux dolgozatában laboratóriumi kőzetfizikai vizsgálatok és Niini-Uusinoka a kőzet vegyi összetétele alapján.



### 3.3 Az időállóság meghatározása

Időállónak akkor tekinthető a kőzet, ha a felhasználási, beépítési időszak végén is rendelkezik még a műszakilag megkívánt tulajdonságokkal /szin, szilárdság, alakváltozás stb./. A kiválasztott modellhatások elszenvedése után értékében /pl. vízzel telített nyomószilárdság/ vagy változási tényezőjében meg kell felelnie a gyakorlati tapasztalatok alapján kialakítható feltételeknek. A kőzet időálló, ha a célszerűen összeállított modellvizsgálat után /3. ábra/  $P_j$  tulajdonsága meghalad egy megkívánt mértéket  $P_{sz}$  /, vagy egy kiválasztott változási tényezője  $\lambda_j$  / kedvezőbb, mint annak megkívánt határértéke  $\lambda_{sz}$  /

$$P_j = P_{sz}, \quad \lambda_j = \lambda_{sz}$$

Az időállósággal a téma keretében annak fontossága ellenére nem foglalkozott egy dolgozat sem.

### 4. A mállási, időállósági vizsgálatok

A mállás jellemzéséhez kőzetvizsgálatok szükségesek. A 3.1 szerinti esetben csak a kőzetfizikai-talajfizikai paraméter/ek/, a 3.2 szerinti esetben pedig e paraméterek változásának meghatározásaira kell a vizsgálatokat úgy megtervezni, hogy azok a vizsgálandó kőzettulajdonságokat és az alkalmazandó modellhatásokat a vizsgálati célnak megfelelően tartalmazzák.

A vizsgálatához a kőzettulajdonságok olyan terjedelme szükséges, amely a műszaki célnak megfelelő és a mállás jellegét kifejező lényeges tulajdonságokat fogja össze. A kőzettani módon megállapítható sajátságok a kőzet egészére vo-

natkoztatva nem számszerűsíthetők megfelelően, a kémiai, vagy mikrokémiai reakciók nem adnak támpontot a műszaki szempontból fontos tulajdonságok változására. Kivételt csak az agyagásványosodás jelent, mert az agyagásványok mennyiségének – a mállásra jellemző – növekedését a korszerű vizsgálati módszerekkel elég nagy biztonsággal lehet meghatározni.

A tulajdonságok akkor alkalmasak a mállási állapot, vagy változás jellemzésére, ha azon kőzetelemek /kötés, alkotó/ sajátosságait fejezik ki, amelyek változása a mállás során mérvadó /pl. a szilárdsági vizsgálatokkal a kötési változások jobban követhetők, mint a sűrűségeikkel/.

A vizsgálatok során alapvető feladat olyan kőzettani jellemzők meghatározása, melyek a kőzetnek és a célnak a legjobban megfelelnek, /pl. optikai mikroszkóp, elektronmikroszkóp, röntgen, derivatográfia segítségével/. A laboratóriumi vagy in situ vizsgálatok általában kiegészítik, és csak egyszerűbb esetekben helyettesíthetik a kőzettani vizsgálatokat.

A kőzettulajdonságok modellezése során különválnak az összeálló kőzetek és a talajok. A talajok szemeloszlása – különösen az agyagfrakció viszonylagos gyakorisága – a mállási állapotot igen jól jelzi.

#### 4.1 Laboratóriumi vizsgálatok

A kőzetek testsűrűségének eltávolodása az anyagsűrűségtől, a testsűrűség változása jól jelzi a mállás hatását, különösen, ha a mállásban a pórusnövekedésnek és a kőzetalkotók elváltozásának volt jelentős szerepe. A porozitás és rokonjellemzői is jól követik a reziduális talajképződés előrehaladását, az összeálló kőzetek mellett az agyag mállását is.

E jellemzőket a szerzők jórésze közvetlenül is alkalmazta.



A vizzel kapcsolatos tulajdonságok valamennyi mállási jelenség esetén határozottan változnak, de e változások talajok esetén nem mindig választhatók el a reverzibilis állapotváltozásoktól. Változhat a természetes vztartalom, /mind a hagyományos, mind a gyors/ vízfelvétel, és lényegesen változnak a konzisztenciahatárok is. A vizzel kapcsolatos tulajdonságok fontosságukat bizonyítva, a legtöbb dolgozatban szerepelnek.

A szilárdsági tulajdonságok elsődlegesen a kötési energiaváltozások kimutatására alkalmasak. Ezért viszonylag bonyolultságuk ellenére egyre nagyobb szerepet kapnak a mállási és időállósági kőzetminősítésben. Használatukkal a mállást ugyanolyan paraméterekkel jellemezzük, mint amilyeneket közvetlenül is felhasználunk a mérnöki szerkezetek tervezésénél vagy az építési kőanyagok kiválasztásánál.

Az összeálló kőzeteknél az - alakváltozási mérésekkel kiegészített - egyirányu és triaxiális szilárdsági vizsgálatok eredményei használhatók jól, de a szilárdság általános változásait a törési határfeltétel /pl. Mohr féle határgörbe/ megfigyelésével még hivebben követhetjük. Az alakváltozási eredmények a szilárdsági paramétereknél jobban fejezik ki az átlagos energiaváltozást, különösen, ha reológiai vizsgálatok is készülnek.

Igen érdekesek ezek közül Uriel-Dapena vizsgálati eredményei. A szilárdsági értékek adatai mellett a gránit alakváltozási görbéivel szemléletesebben mutatják ki a mállottság hatását.

A szilárdsági vizsgálatok részben helyettesíthetők az ultrahanghullámok sebességének elemzésével. Ezek igen érzékenyek a kötési tulajdonságváltozásokra, de jól követik a kőzetalkotók mállási folyamatát is. Az ultrahangsebesség használhatóságát bizonyítják Delgado Rodrigues, Uriel-Dapena, Derman-Irfan dolgozataikban.

Elméletileg kevésbé megfogható, de a gyakorlat szempontjából igen jól használható eredményeket kaphatunk a zuzott halmazok aprózódási vizsgálatával, vagy a Schmidt kalapács alkalmazásával.

Közvetlen halmazos aprózódást alkalmaz le Roux; a Los Angeles vizsgálat több szerzőnél is megjelenik, /pl. Delgado Rodrigues, Uriel-Dapena/. Schmidt kalapáccsal készült vizsgálatokra Derman-Irfan hivatkozik.

A laza kőzeteknél mind a kötési /kohéziós/, mind pedig az alkotó-tulajdonságok változhatnak - ez utóbbiak főleg agyagásványos mállottság esetén. Az ödométeres, közvetlen nyirási és triaxiális vizsgálatok a mállási állapot mellett a víz hatására is érzékenyek.

Igen részletes adatokat találunk e vizsgálatokra Balasubramaniam-Chana Towan, Brenner et al, és Chukweze dolgozataiban.

Az alkalmazott helyettesítő vizsgálatra kupos penetrométer már átvezet az in situ mérésekhez.

#### 4.2 In situ vizsgálatok

Az in situ mállottsági vizsgálatokba sorolhatjuk tágabb értelemben ageo-fizikai vizsgálatokat, szűkebb értelemben a kőzettani zónabeosztást, a próbaterhelést és pl. a kupos penetrométert. Ezeket a mállott kőzettömeg állapotának jelzésére használhatjuk fel, de nem alkalmazhatjuk a mállási potenciál meghatározásához.

Az in situ vizsgálatokat csak a talajok jellemzésére használta Nesvara-Ondrasik /geofizika/, Derman, Brenner et al. /penetrométer/. Próbaterhelést is alkalmazott Chukweze.



#### 4.3 Modellhatások

A kőzettulajdonságok változását, a mállékonyságot, időállóságot a természeti hatásoknál intenzívebb modellhatások alapján határozzuk meg.

E modellhatásoktól azt kívánjuk, hogy

- a kőzeten hasonló jellegű belső energiaváltozást hozzanak létre, mint a modellezett hatás
- a hatás tulajdonságváltoztató hatása jól kifejezhető legyen
- az eredményhez viszonylag rövid idő alatt juthassunk.

E hatások közül régóta alkalmazott a fagyasztás-felengedés ciklusa, szintén közismert a szulfátos kristályosítás fagymodellező hatása, a nagyvárosi levegőt helyettesítő kémiai hatások, vagy a viztelítés-kiszáritás ciklikus folyamata is.

A modellhatások helyes kiválasztása az építési kőanyag-felhasználás legfontosabb kritériuma. Így az időállósági minősítéshez alkalmazott változási tényezők mindig adott tulajdonságra hatásra és hatásidőre /ciklusszámra/ vonatkoznak.

Ujszerű, a természetes hatásnak megfelelő modellhatást alkalmazott Le Roux, a száritást infravörös és ultraibolya sugárzással segítve elő.

## 5. A mállottság és időállóság értékelése

Az értékelés kiválasztott tulajdonságokra és a kiválasztott modellhatásra végezhető el. Az értékelés nehézségét jelenti az, hogy egyrészt nem ismeretes az alapállapotú kőzet, másrészt pedig a külön-külön mért tulajdonságok alapján meghatározott paraméterek egymástól eltérők, néha ellentmondók.

A különböző tulajdonságok számértékének változása, az egyes tulajdonságok megbízhatósága, vagy reprodukálhatósága olyan mértékben tér el egymástól, hogy ezekből átlagképzés, vagy egyszerű csoportosítás nem is lehetséges.

Az egyes paraméterek csoportosításával mállási minőségi osztályok alakíthatók ki, ezek jelölése /pl. Am II. nem hordoz konkrét jelentést/. Ha a mértekadó tulajdonságokat külön-külön mérlegetjük, vagy hasonlítjuk össze tapasztalati, vagy határértékekkel, úgy általános minőségi megítélést alkoshatunk.

A szerzők a paramétereket általában mállási osztályokban sorolták, ehhez egyes kőzettani, kémiai és fizikai, valamint szemléleti jellemzőket használtak fel. Delgado Rodrigues számszerűen is alkalmazta a mállékonyság fogalmát.

Általános és összehasonlításra alkalmas megítélés a minőségi szintjelző mérőszám alkalmazásával lehetséges. A minőségi szintjelző mérőszám egy számértékben foglalja össze a különböző kőzettulajdonságoknak műszaki kívánalmak szerint súlyozott értékét, illetőleg ennek viszonyát egy alapkőzet hasonló paraméteréhez. Meghatározásához e műszaki feladat, ill. mérnök-geológiai eddigi eredményei alapján kell kiválasztani a vizsgálandó kőzettulajdonságokat és modellhatásokat, amihez a megfelelő előjelet és súlyt kell rendelni. Az értékelés eredménye így egy jól kezelhető, összehasonlításra alkalmas, dimenzió nélküli mérőszám.



## 6. További feladatok

A bemutatott dolgozatokban a mállási problémáknak és vizsgálatoknak széles spektrumával ismerkedhettünk meg. A dolgozatok összehasonlítását igen megkönnyítette, hogy a szerzők jórészt egységes, és így összehasonlítható vizsgálati módszereket alkalmaztak.

Nemzetközi egyesületünk további célja az kell legyen, hogy az általánosan használható vizsgálatokat – a kőzetmechanikai egységesítéshez hasonlóan és ahhoz kapcsolódva – szabályozza, az értékelési módokat egységesítse.

A modellhatások egységesítése csak **klimatikus** zónánként lehetséges: azok a tényleges időjárási hatások szerint fajtájukban, vagy hatásidejükben /pl. fagyasztási ciklusszámban/ szükségszerűen eltérnek.

Az egységes módszerekkel nyert vizsgálati eredményekből már egységesen értelmezhető paraméterek nyerhetők. Ezzel lehetőségünk nyílik arra, hogy a mállási folyamatot egységesen értékelhessük mindenütt és így a további méretezési, vagy kőfelhasználási munkákhoz egyértelműen alkalmazhassuk.

## Ábraaláírások

### 1. A mállási tulajdonságváltozás egy P tulajdonságra

t : idő

$c_p$  : a primér mállás végállapota

$c_s$  : a szekundér mállás végállapota

$P_p$  : a kőzet primér tulajdonsága

$P_o$  : a kőzet kiinduló tulajdonsága a vizsgálat /megfigyelés/ kezdetekor

$P_{ult}$  : a kőzet végállapotának megfelelő tulajdonsága

$P_i, P_1$  : a kőzet pillanatnyi tulajdonsága

### 2. A kőzet energiaváltozásainak tendenciája

a/ a kőzet szöveti modellje /p: pórus/

b/ energiaeloszlás /e/ az AA metszetben

c/-d/: energiaváltozás elsődlegesen a kötési energiacsökkenés révén

e/-f/: energiaváltozás elsődlegesen a kőzetalkotók belső energiájának csökkenése révén

g/ a kőzet /R/, az ásványok /m/ és a kötések /1/ átlagos energiacsökkenése /e/ a mállás folyamán b/-c/-d/ ábrák szerint  $\frac{e}{eb} = 1/$

h/ a kőzet /R/, az ásványok /m/ és a kötések /1/ átlagos energiacsökkenése a mállás folyamán a b/-e/-f/ ábrák szerint  $\frac{e}{eb} = 1/$

### 3. A mállás intenzitásának /m/ időbeli /t/ változása /részben Delgado Rodrigues szerint/

o-a: az elsődleges mállás jelleggörbéje  
építőkövek másodlagos mállásának jelleggörbéje,

o-b-c: változatlan környezetben o-b-d/: romló környezetben

4. A mállási jellemzés alapesetei P tulajdonságra

$c_1$ : a laboratóriumi öregítés végállapota

$P_j$ : a laboratóriumban mért pillanatnyi tulajdonság

$P_{sz}$ : a tulajdonság megkívánt mértéke

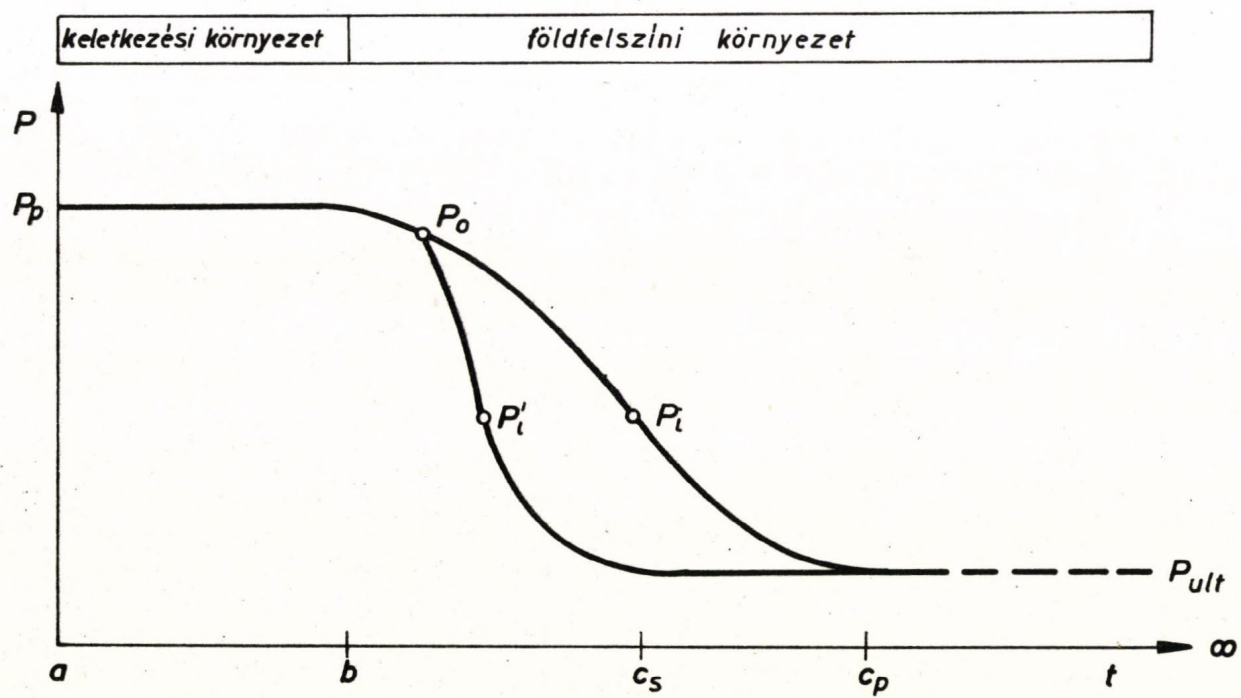


alapfeladatok	lényegesen nem befolyásolható		befolyásolható
	természetes	mesterséges	természetes és mesterséges
	t é n y e z ő k   h a t á s a		
építési közet- környezet vizsgálata	a közettömeg reziduális mállása  a közetfelület fagyokozta fellazulása		az ujonnan nyitott felü- letek kéreg- mállása  ipartelepek káros gázainak felületi hatása
építési kőanyag vizsgálata	a kőzet hő- tágulás okozta mállása  a fagy okozta mállás	urbanizált levegő okozta vegyszeri mállás	

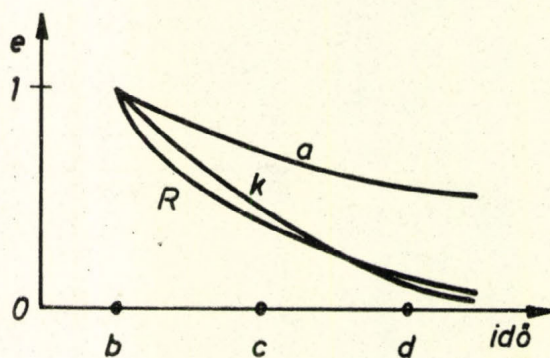
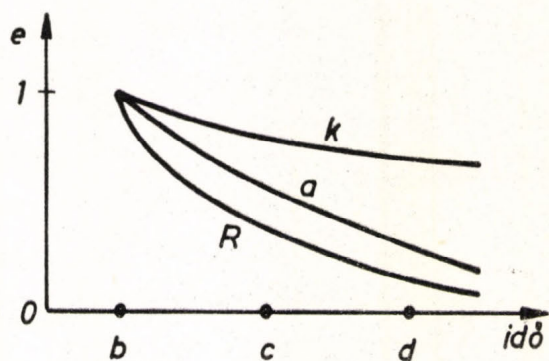
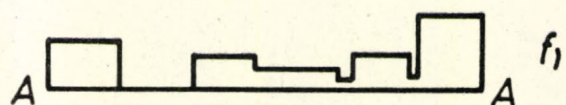
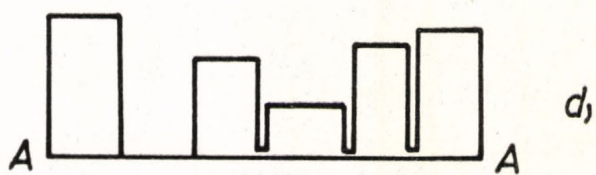
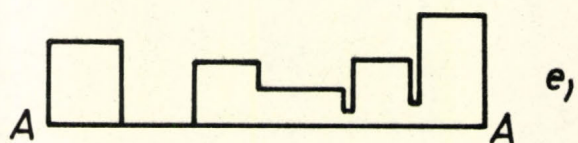
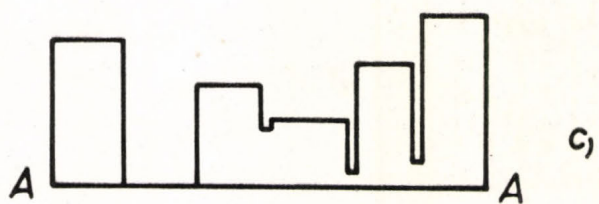
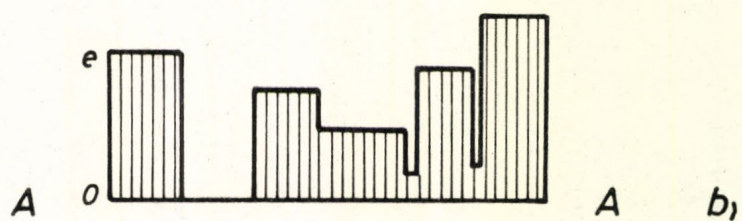
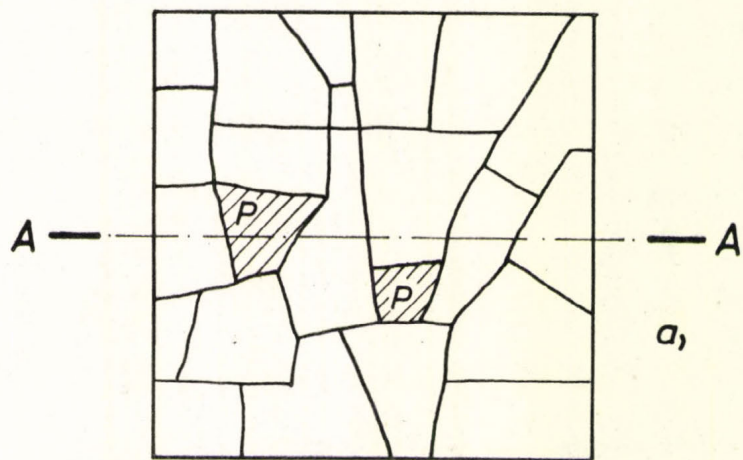
1. tábla

A mállási tényezők osztályozása

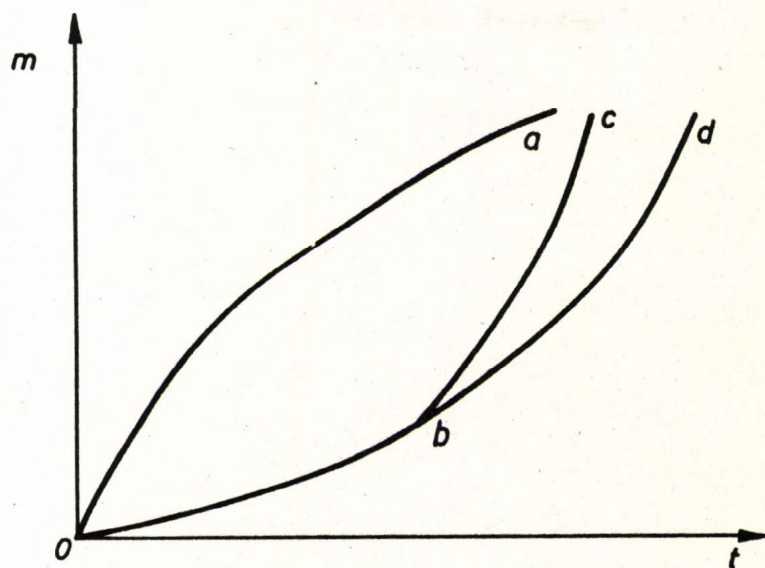




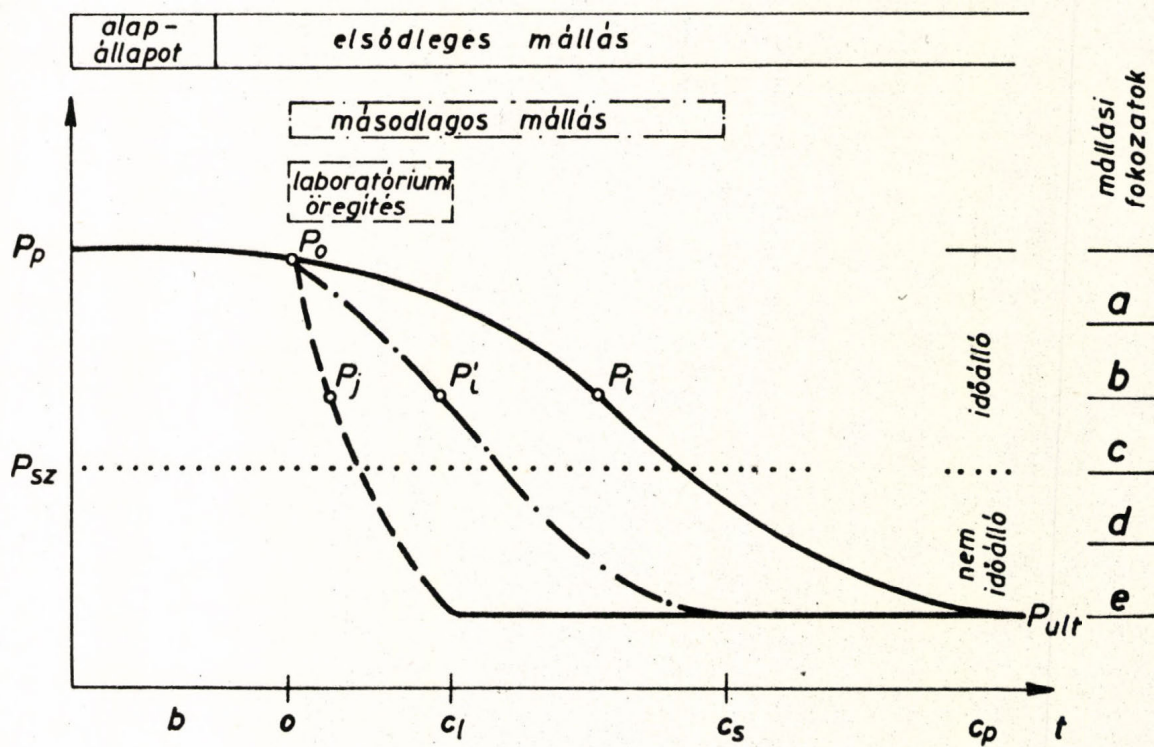
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra





## KA VICS BÁ NY Á K B Á NY A F Ö L D T A N I E L Ő K É S Z I T É S E

/I. szekció, 11. szám/

Bernáth Zoltán - Dr. Karácsonyi Sándor <sup>x/</sup>

### 1. A kavicselőfordulás meghatározásának irányelvei

A kavicsbányászat célszerű fejlesztésének kiinduló előfeltétele a rendelkezésre álló természetes kavicselőfordulások helyének és helyzetének meghatározása. Csak ennek alapján érhető el, hogy ez iparfejlesztés a rendelkezésre álló természetes készletekből a legjobb minőségű, a legkönnyebben kibányászható és a fogyasztási helyekre leggazdaságosabban szállítható lelőhelyekre történjék.

E szükségszerű kiinduló feltétel következtében Magyarországon közel 10 éve megkezdődött a természetes kavicselőfordulások országos szintű feltérképezése a prognosztikus nyersanyaglelő helyek számításbevétele. Az előzetes felmérő tevékenység rendkívül széleskörű munkát igényelt és nagyon sok mérlegelést tett szükségessé, mivel nagyrészt korábbi rendelkezésre álló adatok és információk alapján kellett a kavicselőfordulás helyzetét regisztrálni, a betonadalék céljára történő kitermelés legfontosabb feltételeit vizsgálni és értékelni. A prognosztikus térképezés első kiinduló fázisa a kavicslelőhelyeket a kitermelést meghatározó fedőréteg és a kavicsos nyersanyag vastagságával, valamint a szemcseösszetétel közelítő minősítésével regisztrálta. Természetszerűleg a rendelkezésre állott adatok heterogén volta és eltérő megbízhatósága következtében az előzetes értékelés igen sok bizonytalanságot tartalmaz, de a nagyszámok törvénye alapján, másrészt pedig a szakemberek szintetizáló és értékelő tevékenységével mégis jól kirajzolódtak azok a ten-

---

<sup>x/</sup> Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat



denciák, amelyek minősítő megkülönböztetést tesznek lehetővé a különböző előfordulások között /1. ábra/.

A természetes előfordulások előzőekben vázolt prognosztizálásának fejlesztéseként a már felderített és igénybevételre egyértelműen, ill. esetlegesen alkalmasnak minősített területekre kiterjedően készül a térképek azonos csoportja, - a kavics kataszter - amely a kavics mennyiségének, minőségének és a bányászatot befolyásoló feltételek kiinduló jellemzőit tovább bontja, ezenfelül más, ugyancsak lényeges körülmények elemzésével /pl. talajviz és helyzete/ kiegészítik. Magyarországon a természetes kavicselőfordulások legnagyobb részt a földtani korbeosztás negyedidőszakában keletkeztek. A jelenlegi folyók völgyeit töltik ki, illetve a folyók vándorlása során kialakult törmelékkupokat alkotják. Felszinközeli elhelyezkedésük mellett általában 10-15 m, ritkábban 30-40 m, esetenként ennél is nagyobb vastagságban fordulnak elő. A kavicselőfordulások rendszerint kultur-területek, döntően a mezőgazdaság hasznosításában vannak. A betonadalékanyagra is az jellemző, hogy a természetes településű kavics csak potenciális építőanyag és bányászhatóságának megítélését is több körülmény befolyásolja, illetve korlátozhatja. Ezért a bányászat szempontjából reménybeli területeknél értékelni kell a korlátozó és befolyásoló körülményeket mind a jelen időre, mind pedig a tervezett fejlesztésre, átalakításra vonatkozóan. Ennek megfelelően vizsgálandó a terület mezőgazdasági értéke, műszaki állapota beépítettsége /települések, közlekedés hálózat/ egyéb vonalas létesítmények /csővezetékek, stb./ helye és helyzete, amelyeket az adott terület igénybevételénél figyelembe kell venni. Mindezen túlmenően egyre nagyobb az ütközés egy másik, ugyancsak fokozódó értéket képviselő nyersanyag-fajtával, a vizzel. A természetes kavics ugyanis nemcsak potenciális építőanyag, hanem tározótere az egyik legértékesebb minőségű, a felszinközeli vizeknek, amelyek a lakossági és az ipari vízellátás köréből nem nélkülözhetők. Rendszerint a kavicsbányászat céljaira alkalmas helyek egyben a legkedvezőbb viznyerőhelyek. Emellett egy távolabb nyitott bánya közvetett hatása az adott viznyerőhelyre még így is érvényesülhet. Ennek

megfelelően a bányanyitás tényleges lehetőségét a viznyerés feltételével is messzemenően össze kell hangolni. /2. ábra/

A vázolt előkészítés után tényleges földtani kutatás a számításba vehető területek fokozatosan elmélyülő, egyre részletesebbé váló vizsgálatokból áll. E kutatómunka döntően furásokat és mintavizsgálatokat foglal magába, azonban jól egészíthető ki a korszerű geofizikai vizsgálatokkal – ezen belül a geoelektromos felszíni ellenállás-méréssel –, amely a furások eredményeit mennyiségi és minőségi adatokkal növeli a vizsgált terület egészére vonatkozóan. A kavicsbányák általában 15–300 mill. m<sup>3</sup> műre való készlete 0,5–2,0 km<sup>2</sup> kiterjedésű bányatelepítést igényel. A kutatás általában nagy területen kezdődik és összességében igen sok feltárási pont helyezendő el. Az alkalmazott gyakorlat szerint négyzetkilométerenként 50–100 furás lemélyítésére kerül sor egy bányanyitás lehetőségét átfogóan vizsgáló kutatás keretében /3. 4. ábrák/.

A nagyszámu furás lemélyítése egyenes következménye, hogy a kavics minőségét, a minőség megoszlását meghatározó laboratóriumi vizsgálatokhoz olyan tömegű anyag áll rendelkezésre, amelyből egyrészt a jellemzők kiválasztása a szokványostól eltérő problémákat vet fel, másrészt a megfelelő módon kiszűrt jellemző minták vizsgálata, a vizsgálati eredmények értékelése további szemléleti és módszertani követelményeket támaszt.

## 2. A kavicselőfordulás minősítését előrejelző mintavételezés

A természetes településű szemcsés anyag minőségének megismerése döntően mintavételezésen keresztül történhet. A mintavételt kutatófurások biztosítják. Telepítésük az előfordulás területén /T/ véletlenszerűen elhelyezett négyzethálóban történik, mely a "representativitást" hivatott szolgálni. Köött furásszám esetén /N/ a háló oldalhossza /1/ az alábbiakkal fejezhető ki

$$1 = \left( \frac{T}{N} \right)^{\frac{1}{2}} ;$$



Az előforduláson belüli különböző minőségű részterületegységek esetén  $T_i$  a "rétegezett mintavétel" alkalmazása nyújt optimális becslési lehetőséget

$$n_i = N \frac{T_i \cdot s_i}{\sum T_i s_i} ; \quad \sum T_i = T$$

$$l_i = \left( \frac{T_i}{n_i} \right) \frac{1}{2} ; \quad \sum n_i = N$$

ahol:  $n_i$ ; a furások száma

$s_i$ ; a furási átlagokból a kritikus minőségi jellemzőre becsült szórás

$l_i$ ; a háló oldalhossza - az  $i$ -dik részterületre

$i = 1 - m$  a részterületek száma.

A furásban harántolt kavicsos anyagból statisztikailag homogénnek tekinthető egységenkénti, azaz rétegegységenkénti mintázás célszerű, mely azonban lehetőséget nyújt az "azonos súly" mintákkal történő értékelésre.

A furásból nyert minta - furástechnológiai okokból kifolyólag - objektív hibákkal terhelt. Ez elsősorban a szemszerkezet torzulásában, a durva frakciók csökkenésében, a finom frakciók feldusulásában, ill. kimodódásában jelentkezik. Ennek minimalizálása a megfelelő minőségi előrejelzés lényeges szempontja.

A használatos mintavételi technológiák mellett a mintavevő éle mentén az anyag roncsolódik, azon belül zavartalan marad /5. ábra/. Az aprózódással érintett minta súlyszázalékának megkötése /A/, valamint a kavicsmező várható legdurvább szemösszetételű rétege közép szemcséjének  $d_k$  ismeretében az alkalmazandó mintavevő átmérője  $D_i$  megválasztható; /6. ábra/.

$$D_i \geq \frac{100d_k}{A} \left[ 1 + \left( 1 - \frac{A}{100} \right) \frac{1}{2} \right]$$

$$d_k \geq \frac{g_i \bar{d}_1}{100}$$

ahol:  $d_i$ ;  $g_i$  a szitán fennmaradt anyag középátmérője és súlyszázaléka az  $i$ -dik szitán

A roncsolt zónában az  $S = f/x$  kummulativ függvénnel jellemezhető natur anyag egy  $[\beta]$  súlyszázaléknyi frakciója  $t$  ideig tartó egyenletes teljesítményű aprító hatásra közelítően az alábbi összefüggés alapján csökken

$$q = \beta_e^{-ct^n}$$

ahol:  $c$ ;  $n$  az anyagra jellemző állandók.

Az anyag két különböző frakciójára vetítve

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

Ebből következik, hogy a  $D$  maximális átmérőjű zavartalan anyag  $d$  legnagyobb átmérőre való letörése esetén annak  $\beta = 100 - s_d$  frakciói teljes egészében roncsolódnak. Az ezekhez tartozó letört maximális átmérők  $x_k$ : /7. ábra/.

$$x_k = f / s_k /$$

$$x_k = f / 100 - k \beta /$$



ahol:  $x_k > 0,1$

$k = 1, 2, \dots, n$

$x_1 = d$

Az egyes szitaosztályok felhasználásával

$$S_i < S_k < S_{i+1}$$

$$\frac{S_k - b}{a}$$

$$x_k = 10$$

$$a = \frac{S_{i+1} - S_i}{\lg x_{i+1} - \lg x_i}$$

$$b = S_i - a \lg x_i$$

ahol:  $x_i$  az  $i$ -dik szitaátmérő

$s_i$  az  $i$ -szitán átesett zavartalan anyag súlyszázaléka.

Az anyag üthőhatásra való aprózódását a Schuhmann-Gaudin összefüggéssel közelítve minden frakció úgy törlik, mintha önmagában volna jelen. Ezek szuperponálásából nyerhető a roncsolt anyag szemmegoszlása az  $i$ -dik szitaosztályon.

$$s_i = 100 - n\beta + \sum_{k=1}^n \beta \left( \frac{x_i}{x_k} \right)^{1,06}$$

$$x_k > x_i$$

Az elemzések alapján a roncsolt szemmegoszlás nagy finom frakció tartalmu, ugyanakkor a  $D/d$  arány növekedésével a torzulás mértékének változása exponenciálisan csökken, egyeneshez közelítve /8. ábra/. Mindez a minél gyorsabb, ugyanakkor csekély aprító teljesítménnyel történő furási előrehaladás megválasztása irányába hat.

A mintavevőbe kerülő anyag kevert szemmegoszlása, melyet a zavart és zavartalan minta összetétele és aránya determinál.

Szemmegoszlása az  $i$ -dik szitaosztályon

$$s'_i = A \cdot 10^{-2} s_i + (1 - A \cdot 10^{-2}) S_i$$

A vizsgálatok azt igazolják, hogy amennyiben a roncsolással érintett minta a 10 %-ot nem haladja meg, a kevert és zavartalan anyag szemmegoszlásának az alábbiakkal nyerhető:

$$s''_i = \sum_{i=0}^{1-1} \frac{100 g'_i}{100 - g'_0}$$

ahol:  $i = 1, 2 \dots$

$g'_0$  a 0,1 mm lyukbőségű szitán fennmaradt kevert szemmegoszlás

$g'_i$  az  $i$  dik szitán fennmaradt kevert szemmegoszlás

$\alpha$  a kimosódó finom frakció aránya

A finom frakció kimosódása - az aprózódásból származó jelentős feldusulás csökkentésével - a torzult szemmegoszlást kedvező irányba befolyásolja /10. ábra/. Az ezzel leginkább érintett, és a minőség szempontjából alapvető iszap-agyag frakció mennyiségének reális megítéléséhez azonban a kimosódást a lehetőségek szerint minimalizálni kell. Ez a mintavevő "dugattyu hatásának" mérséklésével oldható meg. Ennek feltételét a furat falának megtámasztását biztosító bélésűső átmérőjének  $/D_b/$ , valamint a mintavevő felfelé mozgása sebességének  $/v/$  alkalmas megválasztása biztosítja.

$$D_b \geq \sqrt{2} D_i$$

$$v \approx v_{cr} = k \frac{\tau_t - \tau_v}{\tau_v}$$



ahol  $v_{cr}$  a talajtörést létrehozó szivárgási sebesség.

A furás eredményeként kitermelt mintaanyag mennyisége mindig nagyobb a furat térfogatának megfelelőénél. A mélységgel arányos anyagbelépés közelítése mellett a mindenkori mintatérfogat

$$V = F \cdot z + \bar{a} z^2$$

$$\bar{a} = \sum_{i=1}^m p_i a_i$$

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1$$

ahol	$F$	a furat felülete
	$z$	furat mélysége
	$p_i$	az $i$ -dik réteg részaránya
	$a_i$	az $i$ -dik réteg minőségétől függő állandó
	$m$	a rétegek száma

Az ezek alapján nyert térfogat azonban csak akkor lehet reális, amennyiben a mintavevő "dugattyu hatása" elhanyagolható.

A mintatöbbletet jelentő "befolyt anyag" torzító hatásának kiküszöbölésére szigorúan rétegenkénti begyűjtés szükséges a laboratóriumi feldolgozás számára. A tényleges szemösszetétel reprezentálását a megfelelően megválasztott mintasúly biztosíthatja /G/.

$$G > 100 \frac{\bar{d}_{\max} \pi}{6} \cdot \gamma$$

ahol  $\bar{d}_{\max}$  az anyag legnagyobb szemátmérőjénél eggyel nagyobb szitán fennmaradó frakció középátmérője.

## 2. A minták minősítést célzó anyagvizsgálata és feldolgozása

A korszerű "minőségi" betonadalékanyagokkal szemben számos követelményt támasztanak. Az ezekkel összefüggő laboratóriumi vizsgálatokat a kavicssterületek anyagára is ki kell terjeszteni.

A kérdéses minőségi tulajdonságok nagy része az azonos genetikájú kavicsmezőkön belül alig változik. Kavicselőfordulásainkon általában leglényegesebb a szemszerkezet, ezen belül az agyag és iszaptartalom, mely azonban - a fluviabilis akkumuláció törvényszerűségeiből eredően - sztohasztikus változékonyságot mutat /11. ábra/. Míg az előbbieket általában nem megváltoztatható tulajdonságok, az utóbbiak megfelelő beavatkozással kedvező irányba befolyásolhatók. Mindezek alapján az anyagvizsgálatok komplexitása és a nem változtatható minőségi jellemzők megfelelése mellett a vizsgálatokat döntően a szemszerkezet meghatározására célszerű koncentrálni. A következőkben döntően az ezekkel összefüggő kérdésekre térünk ki.

A laboratóriumi vizsgálatok nyers eredményei az értékeléshez többnyire további feldolgozást, esetleg újabb paraméterek, modulusok előállítását kívánják meg. Ezek további kiterjesztése viszont az értékelés eredményességét megsokszorozza /12. ábra/.

A kavicselőfordulás minőségi tulajdonságait, így egy mátrixba foglalható M/ adathalmazzal "mintázzuk",

$$\underline{\underline{M}} = \begin{bmatrix} \underline{m}_1; \underline{m}_2; \underline{m}_3 \dots \underline{m}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{m}_1 \\ \underline{m}_2 \\ \underline{m}_3 \\ \vdots \\ \underline{m}_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & \dots & m_{2n} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & \dots & m_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{m1} & m_{m2} & m_{m3} & \dots & m_{mn} \end{bmatrix}$$

ahol az oszlopvektorok az egyes mintavételeket, a sorvektorok azok /m számú/ jellemzőjét tükrözik.



### 3. A kavicselőfordulás közel azonos minőségi részterületekre bontása

A hordalékfelhalmozódás során annak minőségváltozásaiban tendenciák vannak. Ezek azonban a tapasztalatok szerint azonos genetikájú, így statisztikailag homogén részterületeken keresztül érvényesülnek. A minőségi tulajdonságok előrejelzését ezen részterületekre bontást követően, az egyes részterületekre esetenként is meg kell adni. Ellenkező esetben azok fiktív értékek, és a területen bárhol kerül sor nyersanyagkitermelésre, a tervezettől hol pozitív, hol negatív irányba többnyire erős eltérés várható /13. ábra/.

A részterületekre bontás a minőségi tulajdonságok izovonalas ábrázolásán, továbbá homogenitás vizsgálaton keresztül történhet. Ez utóbbi esetben a  $\chi^2$  próbával a  $k$ -dik jellemzőre - rendszerint a %-os kavicsstartalomra - történő hipotézisvizsgálat:

$$\chi^2 = a \cdot b \sum_{i=1}^r \frac{1}{u_{ik} + v_{ik}} \left( \frac{u_{ik}}{a} - \frac{v_{ik}}{b} \right)^2$$

ahol  $a$ ;  $b$ ; az egyes részterületekre eső furások száma

$r$ ; minőségi intervallumok száma

$u_{ik}$ ;  $v_{ik}$ ; a furások átlagminőségének intervallumokba eső részterületenkénti gyakorisága

Az így lehatárolt részterületek minőségi tulajdonságait  $M$  mátrix tartalmazta adathalmaz  $M_i$   $i$ -dik részhalmazával reprezentálhatjuk, ahol  $i = 1 \dots m$  és  $m$  a részterületek száma.

### 4. A kutatás eredményeként nyert minőségi alapadatok

A további tervezésekhez a kutatás nyújtotta minőségi alapadatokat mindenekelőtt statisztikai jellemzők, az empirikus sűrűség és eloszlás jellemzői, az "átlag" a

szórás, a terjedelem, a maximális és minimális, valamint az 5 %-os gyakoriságokhoz tartozó szélső értékek kell, hogy képezzék. Ezek rendre az  $i$  dik részterület  $k$  dik minőségi tulajdonságára:

$$\bar{m}_i^k = \frac{1}{\sum n} \sum n_j m_{kj}$$

$$s_i^k = \left[ \frac{1}{(\sum n) - 1} \left( \sum n_j m_{kj}^2 - \frac{(\sum n_j m_{kj})^2}{\sum n} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$t_i^k = m_{kj_{\max}} - m_{kj_{\min}}$$

$$m_i^{k \ 5\%} \quad F/m_k = \sum_{m_{kj} > m_k} \frac{n_j}{\sum n_j} = 0,05$$

ahol általánosan  $n_j$ ;  $m_j$  a  $j$  dik mintaelem sulya és minősége

Figyelemmel az alternatív bányaművelési lehetőségekre és az ezt követő minőségi kavics előállításai változatokra, a minőségi tulajdonságok szódódását kifejező jellemzőket több módon célszerű előállítani. Ezek ugyanis extrém értékeiket pontoszerűnek tekinthető kitermelés és felhasználás mellett érik el.

Teljes mélységig történő bányaművelési szeletfogással, még inkább nagyobb területegységek hasonló termelésbevonásával illetőleg nagyobb depóniákban való homogenizálással a szóródás csökkenő tendenciájú /14. ábra/.

A vázolt legkedvezőtlenebb változatot a minőségváltozás rétegenkénti figyelembevétele tükrözi. Erre az esetre a fenti összefüggésekben

$$n_j; m_j \quad \text{a } j \text{ dik rétegvastagság és annak minősége}$$

$$j = 1 \dots a \quad \text{a } a \text{ az } i \text{ dik részterületre eső rétegek,}$$

ill. mintavételek száma

Nagyobb egységekben történő bányaművelés modellezése esetén



$n_j$ ;  $m_j$  a  $j$ -dik furás, ill. furáscsoport összes rétegvastagsága és az ehhez tartozó átlagminőség

$j = 1, \dots, b$   $b$  az  $i$  dik részterületre eső furások ill. furáscsoportok száma

A teljes kavicselőfordulás fő minőségi jellemzőit a részterületek információiból nyerhetjük a  $k$  dik tulajdonságra

$$\bar{m}^k = \frac{1}{B} \sum B_i \bar{m}_i^k$$

$$s^k = \frac{1}{B} \sum B_i s_i^k$$

$$\sum B_i = B$$

ahol  $B_i$  az  $i$  dik részterület megfelelő sulya.

##### 5. A minőségi alapadatok hibája és a kutatás megbízhatósága

A nyersanyag minőségi tulajdonságait leginkább jellemző legfontosabb tervezési alapadat az "átlag". Kutatással történő előrejelzését objektív hibák terhelik. Ennek adott megbízhatósági szint mellett ismerete a további tervezések nélkülözhetetlen eleme.

Az átlagminőség hibáját több tényező együttes hatása hozza létre. Ezek egyrészt technikai, másrészt reprezentatív jellegűek. Hibát tartalmaz a furástechnológiai mintavétel tökéletlensége, a furatból kiemelt mintaanyag laboratóriumi vizsgálatra való bemintázása, a laboratóriumi vizsgálat, továbbá a korlátozott számú véletlenszerű mintavételezés.

A furási technológiából származó hiba az előzőekben már vázoltak szerint, vagy elhanyagolhatóvá csökkenthető, vagy korrekciókkal kiküszöbölhető. Így a továbbiakban ennek figyelembevételétől eltekinthetünk. A további részalkotók hatását kb. 95 %-os megbízhatósági szinten az  $i$  dik részterület  $k$  dik minőségére az alábbiakkal becsülhetjük.

$$\left(s_i^k\right)^2 = \left(s_b^k\right)^2 + \left(s_e^k\right)^2 + \left(s_{ri}^k\right)^2 = \left(s_t^k\right)^2 + \left(s_{ri}^k\right)^2$$

ahol  $s_t^k = f(s_b; s_e)$  a bemintázás és laboratóriumi vizsgálat együttes szórása

$s_i^k; s_{ri}^k$  súlyozással figyelembe vett számított és tényleges szórás

$$\left(s_{ri}^k\right)^2 = \left(s_i^k\right)^2 - \left(s_t^k\right)^2$$

$$\left(s_t^k\right)^2 = \frac{\sum d_i^2}{2(m-1)}$$

ahol  $d_i$  egyazon rétegmintából kétszer begyűjtött és vizsgált  $i$  dik vizsgálati differencia

Ezekből az "átlag" hibája

$$\Delta \bar{m}_i^k = \left[ 2 \left( \frac{\left(s_t^k\right)^2}{n_1} + \frac{\left(s_{ri}^k\right)^2}{n_2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

ahol:  $n_1$  a laborált rétegek száma  
 $n_2$  a figyelembe vett súlyok összege

Fentiek analógiájára a kutatás által szolgáltatott ismeretesség mértékére, a kutatás megbízhatóságára is tájékoztatást nyehetünk,  $\Delta \bar{m}_i^k$  értékét mint még elfogadható hibát megkötvé. Az eloszlás jellegének megfelelő - matematikai statisztikai -



összefüggés felhasználásával /15. ábra/. Ezáltal lehetővé válik a kutatások azonos, a gyakorlat számára kielégítő megbízhatósági szintig való megismerése. Mivel a fajlagos megbízhatósági szint a feltárások számával, ill. ráfordítási költségek növelésével fokozatosan csökken, elkerülhetők a felesleges, csak minimális többletinformációt nyújtó többletfeltárások is.

#### 6. A kavicselőfordulás kutatási eredmények alapján történő tájékoztató értékelése

A kavicselőfordulás anyagának a minőségi kavics előállítás szempontjából történő kutatással párhuzamos vizsgálata előzetes tájékoztatást nyújt a bányaművelést és az anyag előkészítését tervező és felhasználó szakemberek számára. Ez elsősorban a legtöbb gondot okozó szemösszetételre kell kiterjedjen. A természetes településű kavicsos nyersanyagok - mint arra korábban már utaltunk - natur formában rendszerint nem felelnek meg teljes egészében az előírt kívánalmaknak. Kedvező irányba történő befolyásolásuk azonban a minőségtől függő gazdasági kihatásu.

A vizsgálat az átlagos, szitán átesett anyag kummulativ görbéjének elemzésére terjed ki. Az első lépésben az előírt határgörbéket és a folyamatosságot kielégítő átalakítás kívánatos. Ennek optimális feltételei:

$$\begin{array}{ll}
 g_i + s_i = G_i & \sum_1^k G_i = S_{k+1} \\
 \sum g_i = 100 & s_i \geq s_i'' \\
 \sum a_i = 0 & s_i \leq s_i' \\
 \sum /a_i/ = \text{minimális} & G_i \geq G_i' \text{ min} \\
 & G_i \leq G_i'' \text{ max}
 \end{array}$$

ahol;  $g_i$ ;  $a_i$  a natur és az átalakításhoz szükséges  $i$  dik szitán fennmaradó anyag sulyszázaléka

$G_i$ ;  $S_i$  az átalakítás után nyert anyag  $i$  dik szitán fennmaradó és áteső sulyszázaléka

$G'_i$ ;  $G''_i$ ;  $S'_i$ ;  $S''_i$  az előírt felső és alsó határgörbék fentiekkel analóg értékei.

A fenti egyenlőtlenség rendszer megoldásai szolgáltatják a leggazdaságosabb, minimális anyagmozgatással elérhető szemösszetételt. Ennek biztosítása célszerű vagy frakciók megfelelő arányu elvételével, vagy hozzáadásával, esetleg a kettő kombinálásával érhető el.

Kiosztályozás esetén - egyéb beavatkozás nélkül - felhasználható anyag százalékos aránya, a kihozatal hatásfoka a minősítés lényeges információjául szolgál.

$$K_{\min} = \frac{g_i}{G_i} \cdot 100$$

Amennyiben a natur anyag szemszerkezete csak kevésbé tér el az előállítandótól, a frakciók hozzáadásával történő javítás a leggazdaságosabb megoldás. Az ehhez szükséges frakció mennyiségek a következőkből számíthatók:

$$J_i = \frac{G_i \times K_{\max}}{100} - g_i$$

Ez a megoldás azonban csak a minőségi adatok elfogadható szórása esetén nyerhet alkalmazást. Ehhez a különböző művelési technológiák mellett nyerhető kedvező esetek előfordulási valószínűségét is becsülni kell.

$$p = \frac{k}{n} \cdot 100; \quad p = 200 \frac{p/1-p/\frac{1}{2}}{u};$$



ahol k	elfogadható esetek sulya
n	teljes suly
p	95 %-os megbízhatóság mellett becsült konfidencia intervallum.

### Összefoglalás

A kavicsbányászat részére szükséges nyersanyag felkutatása, a kutatás lefolytatása sajátos problémaként jelentkezik.

A vizsgálandó terület nagysága és az észlelési pontok fajlagos sűrűsége következtében igen nagy mintatömeget kell vizsgálat alá vonni, amelynél a furás okozta torzulást külön is figyelembe kell venni.

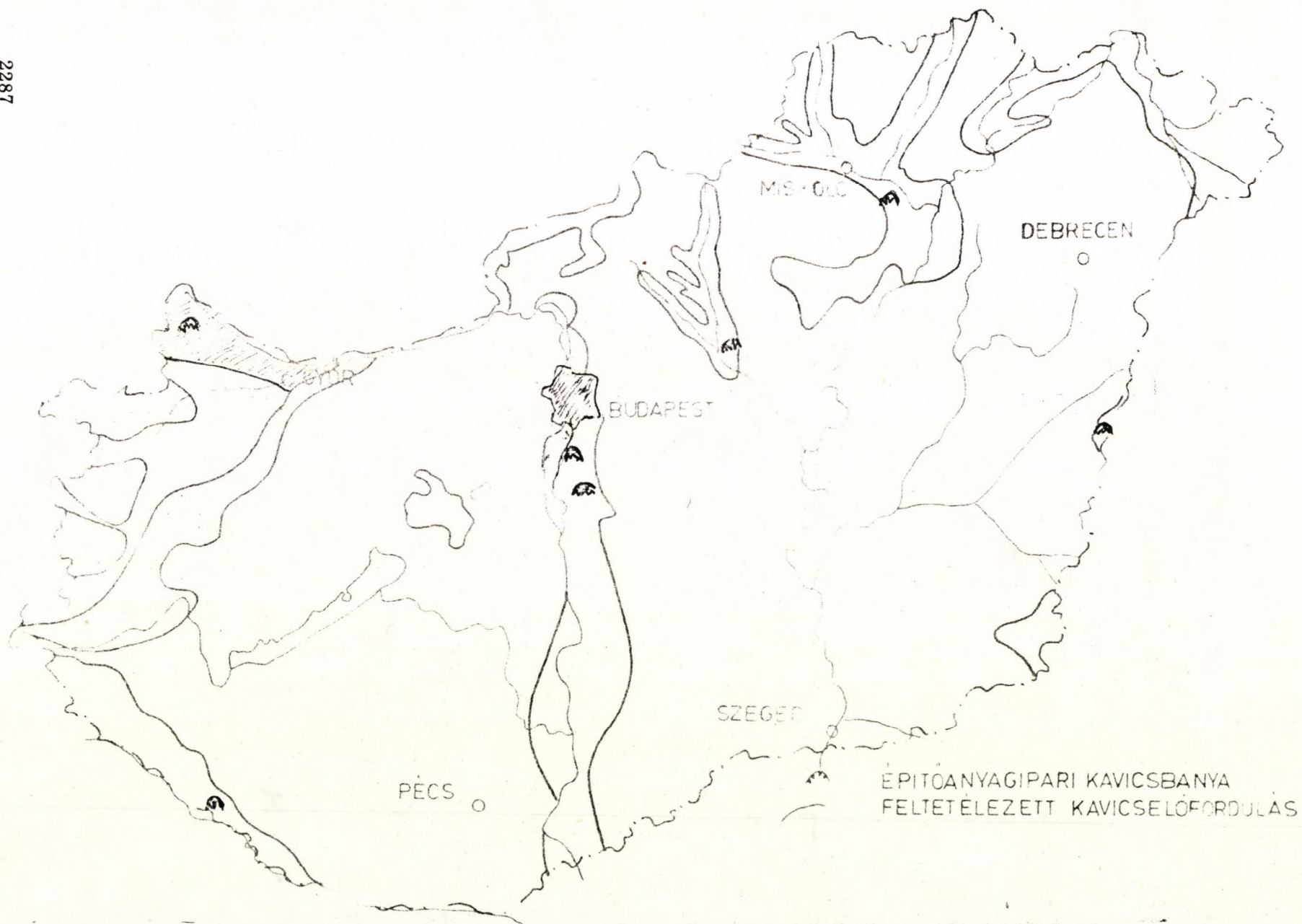
E feltételeknek elsősorban a korszerű feldolgozási mód felel meg leginkább, amely egyben a vizsgált területről sokrétűen használható információt nyújt.

## ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra      A kavicsbányászatra alkalmas területek áttekintő térképe.
  
2. ábra      A kavicskataszter egyszerűsített részlete
  
3. ábra      A kavicskutatás fázisának átlag területei.
  
4. ábra      Az észlelési pontok fajlagos sűrűsége a kutatási fázisokban.
  
5. ábra      A kavicsból történő mintavétel elvi vázlatos /Jelmagyarázat:  
1/ zóna, 2/ roncsolt zóna a mintavevőn /béléscsővön belül/
  
6. ábra      A béléscső /mintavevő/ átmérőjének megválasztása
  
7. ábra      A finom frakcióval korrigált kevert anyag /Jelmagyarázat:  
1/ a zavartalan, 2/ a roncsolt rész, 3/ a kevert -1+1 - anyag,  
és 4/ a kimosódó finom frakcióval korrigált kevert anyag szem-  
csemegoszlása/.
  
8. ábra      A roncsolt anyag szemmegoszlása különböző mértékű roncsol-  
lás  $\frac{D}{d}$  mellett.
  
9. ábra      A kevert /zavartalan + roncsolt/ anyag szemmegoszlása aprózódás arányában
  
10. ábra      A kimaradó finom frakcióval korrigált kevert anyag szemcse-  
megoszlása az aprózódás arányában.
  
11. ábra      Kavicselőfordulás szemmegoszlásának főbb jellemzői  
/Jelmagyarázat: 1/ kummulativ frakció, 2/ a frakciók szórásá-  
nak burkolója, 3/ a frakciók terjedelmének burkolója, 4/ a frak-  
ciók gyakorisága /súly %/, 5/ a frakciók 90 %-os gyakoriságának  
burkolója/

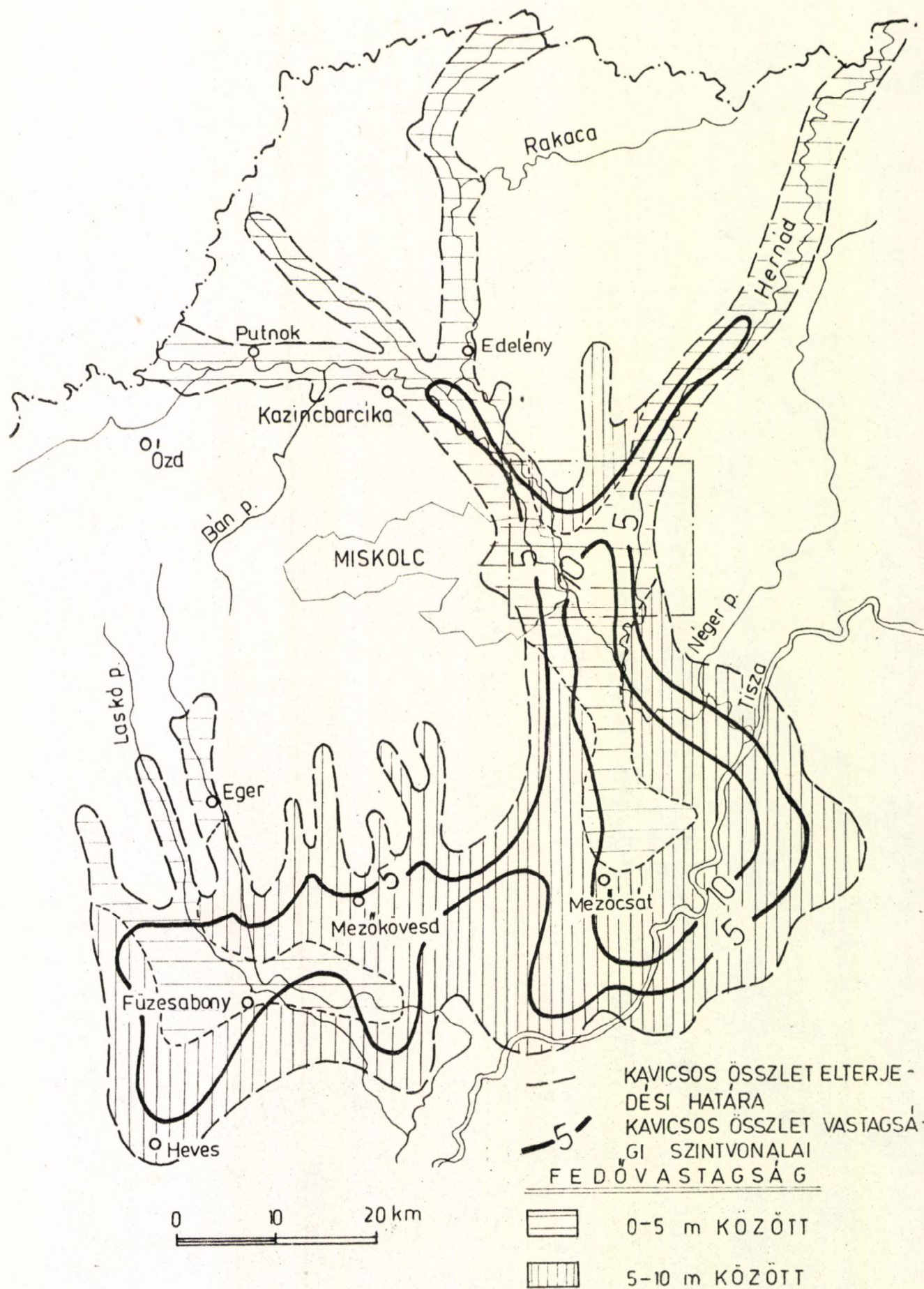


12. ábra Szemmegoszlási vizsgálat feldolgozásának számítógépes kiírása
13. ábra Részterületekre bontás kavicsminőség /az 5 mm-nél nagyobb szemcsefrakciók előfordulása/ alapján
14. ábra A minőségi tulajdonságok szóródása /Jelmagyarázat: Kiválasztott frakció: a/ átlaga, b/ szórása, 1-3. Gyakorisági görbék: 1/ pontszerű, 2/ szeletfogás melletti, 3/ nagyobb egységekben szeletfogás melletti kitermelés/
15. ábra A kutatás megbízhatóságának vizsgálata.



1. ábra





2. ábra



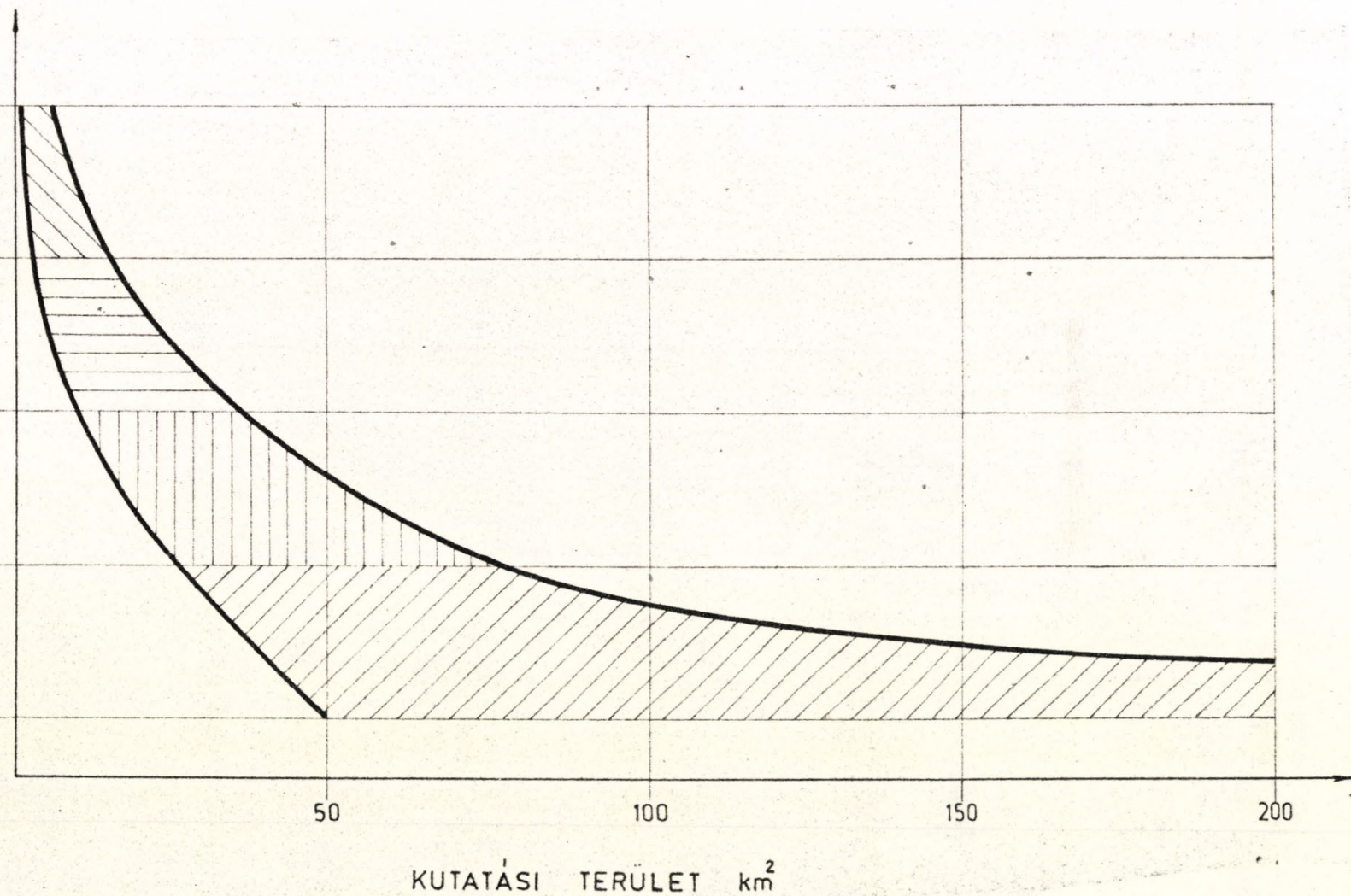
MÜVELESI

RÉSZLETES

ELŐZETES

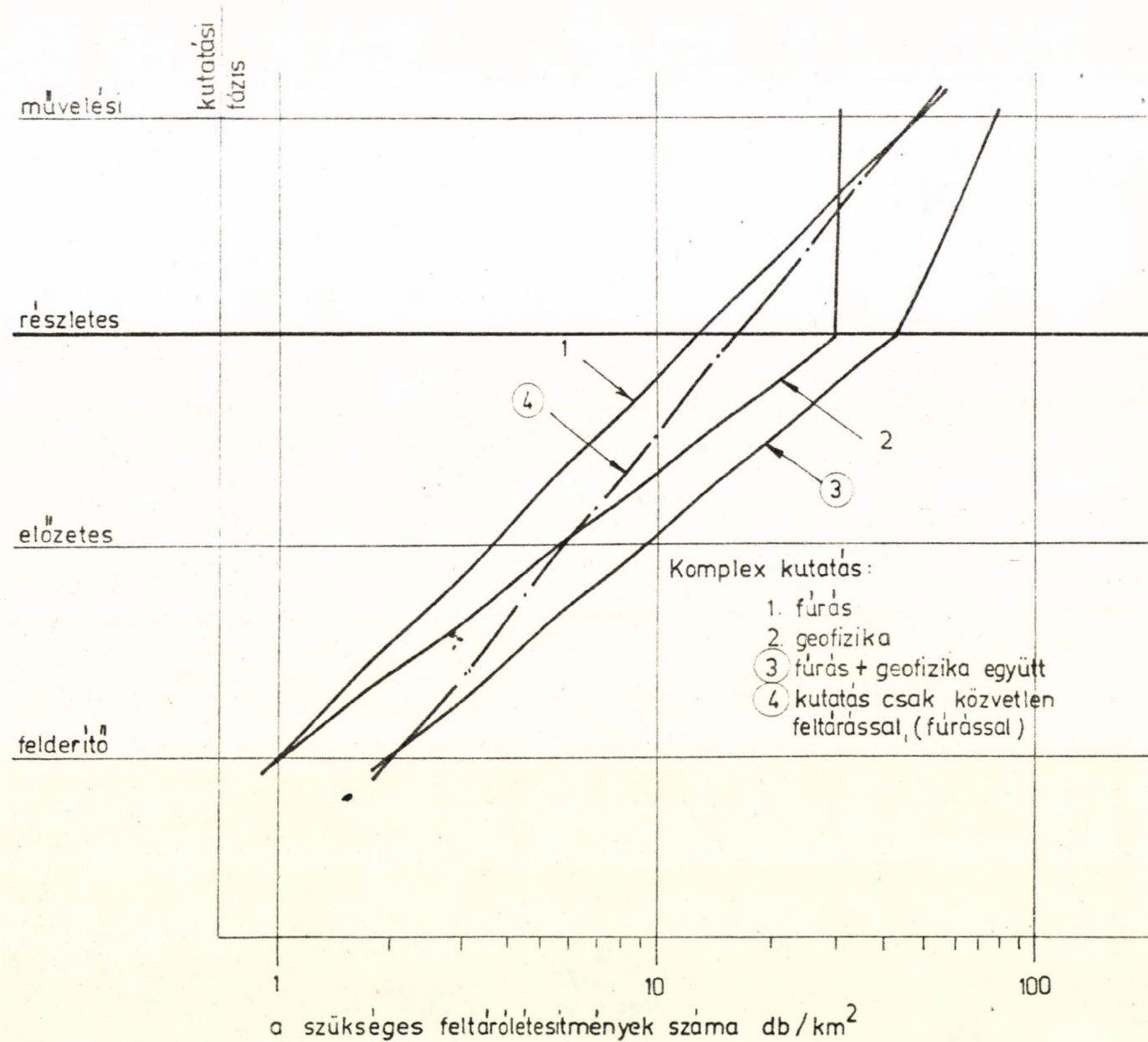
FELDERÍTŐ I.

FELDERÍTŐ II.

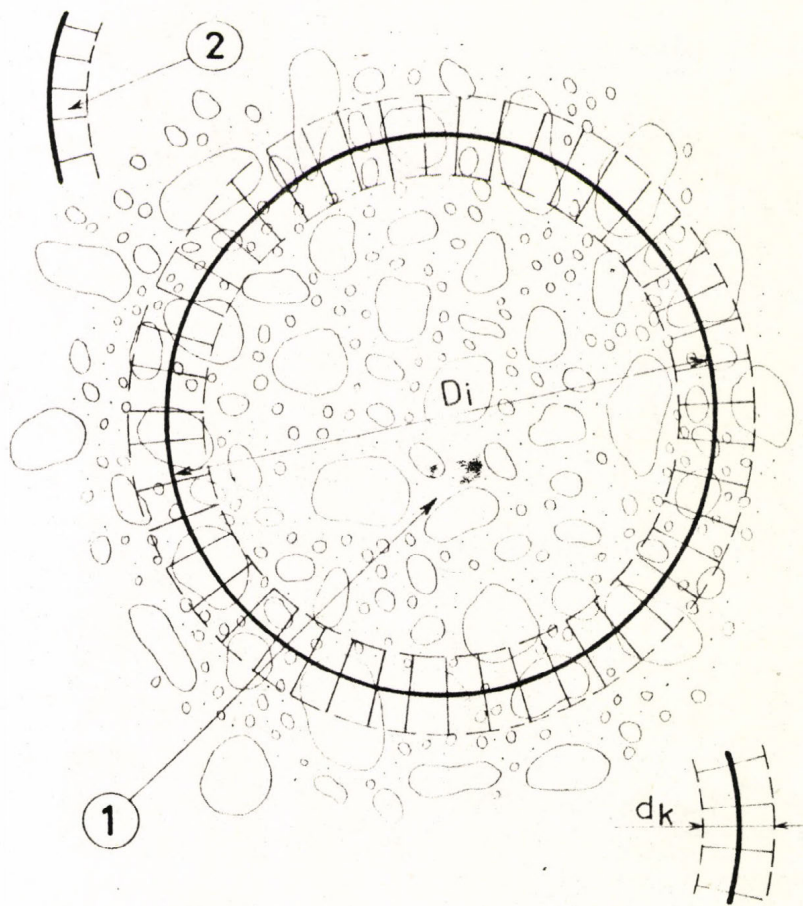


3. ábra



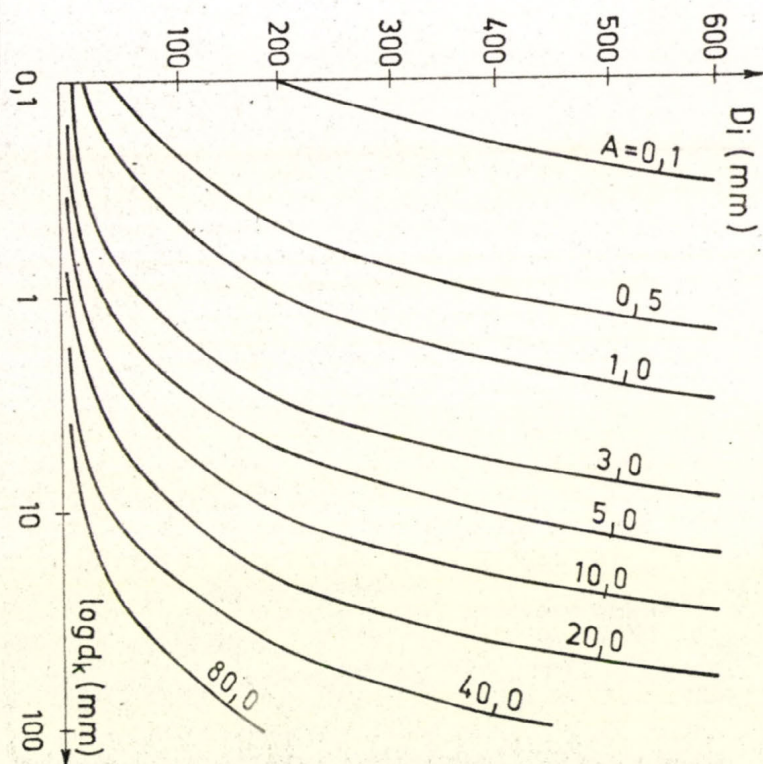


4. ábra

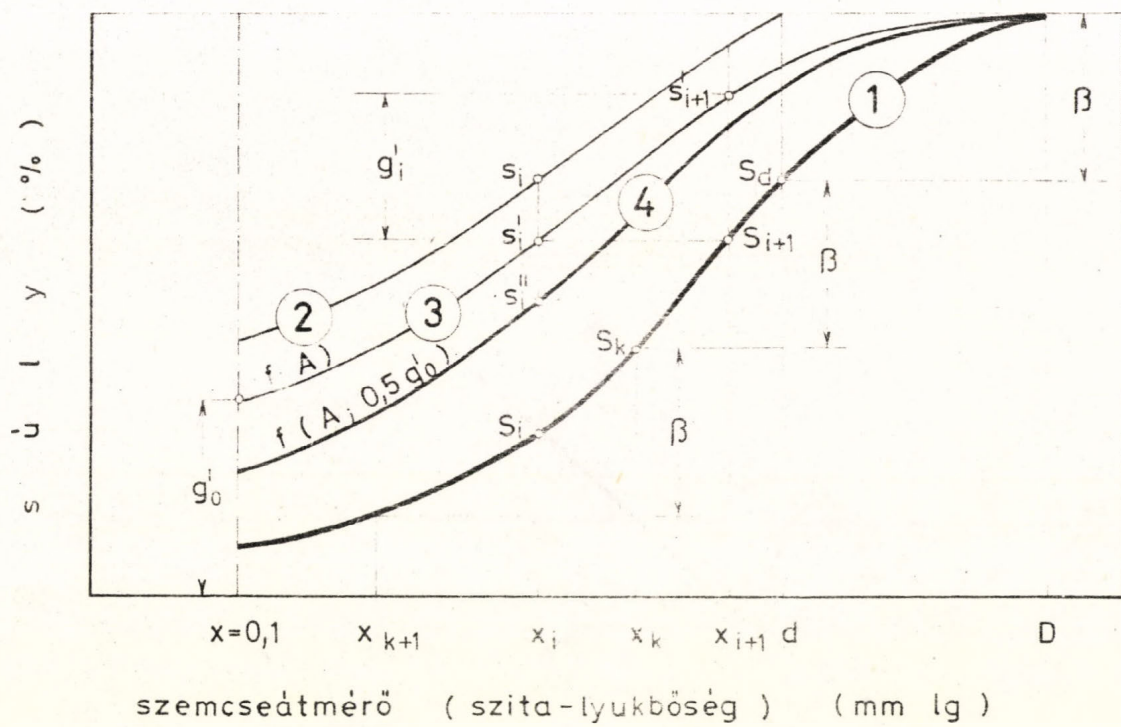


5. ábra



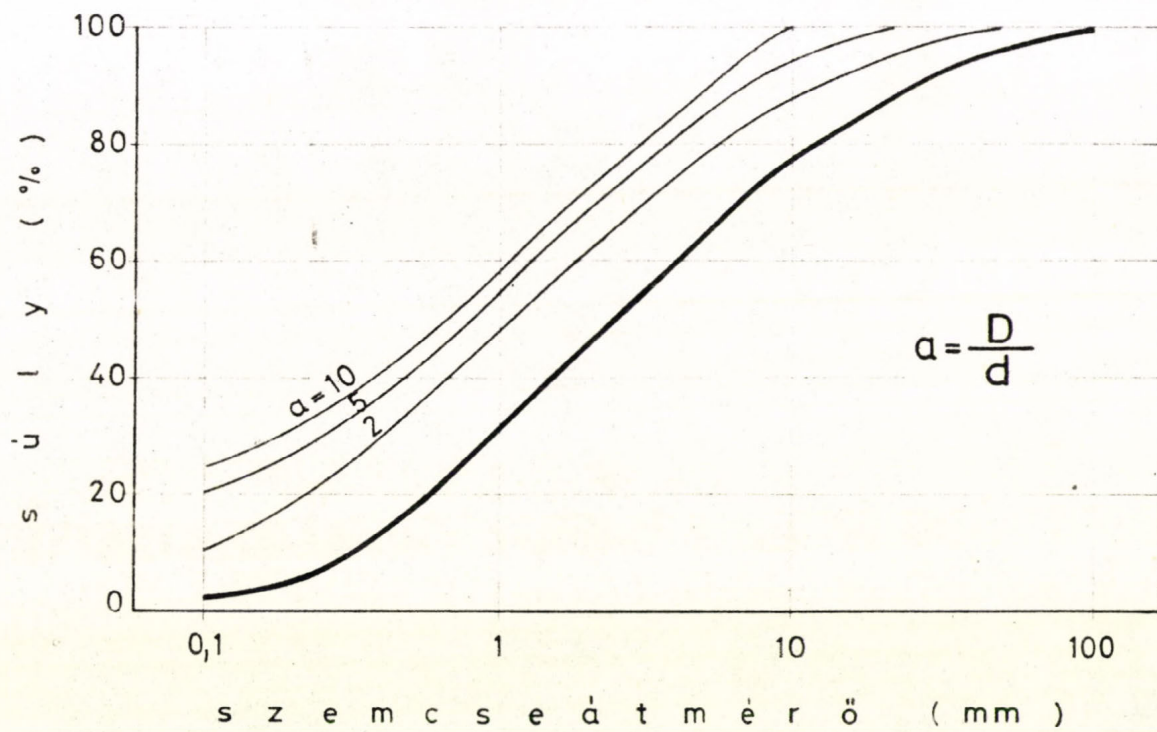


6. ábra

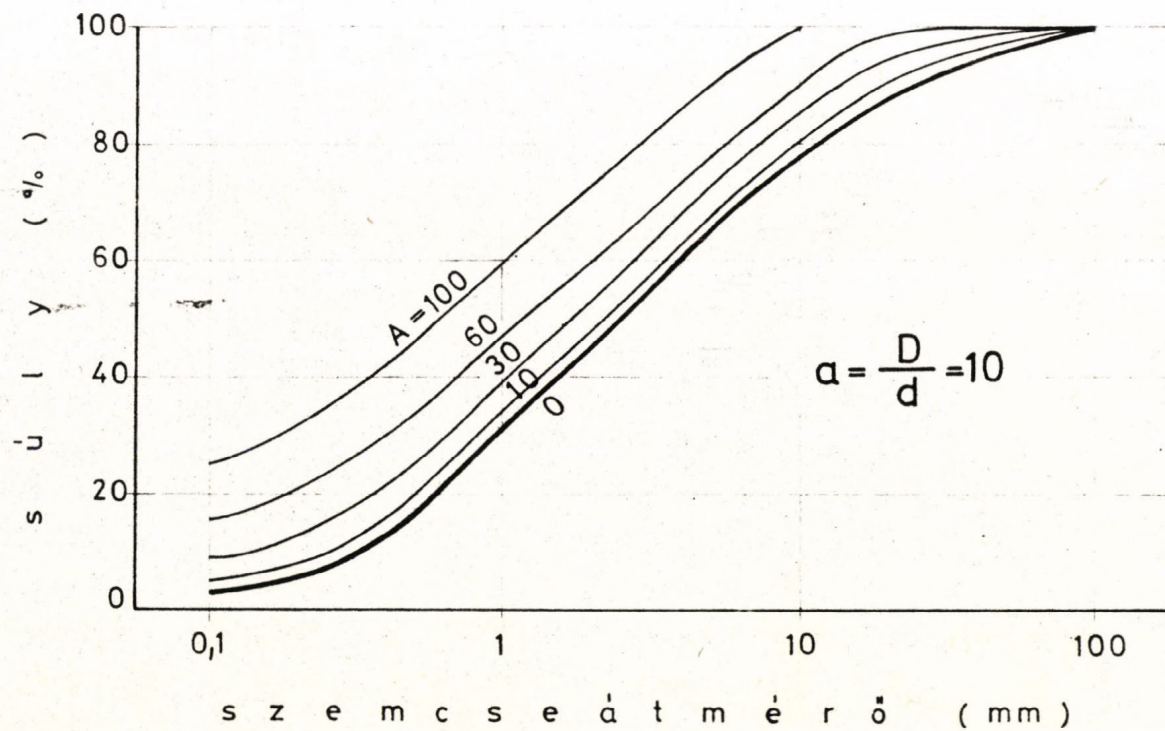


7. ábra



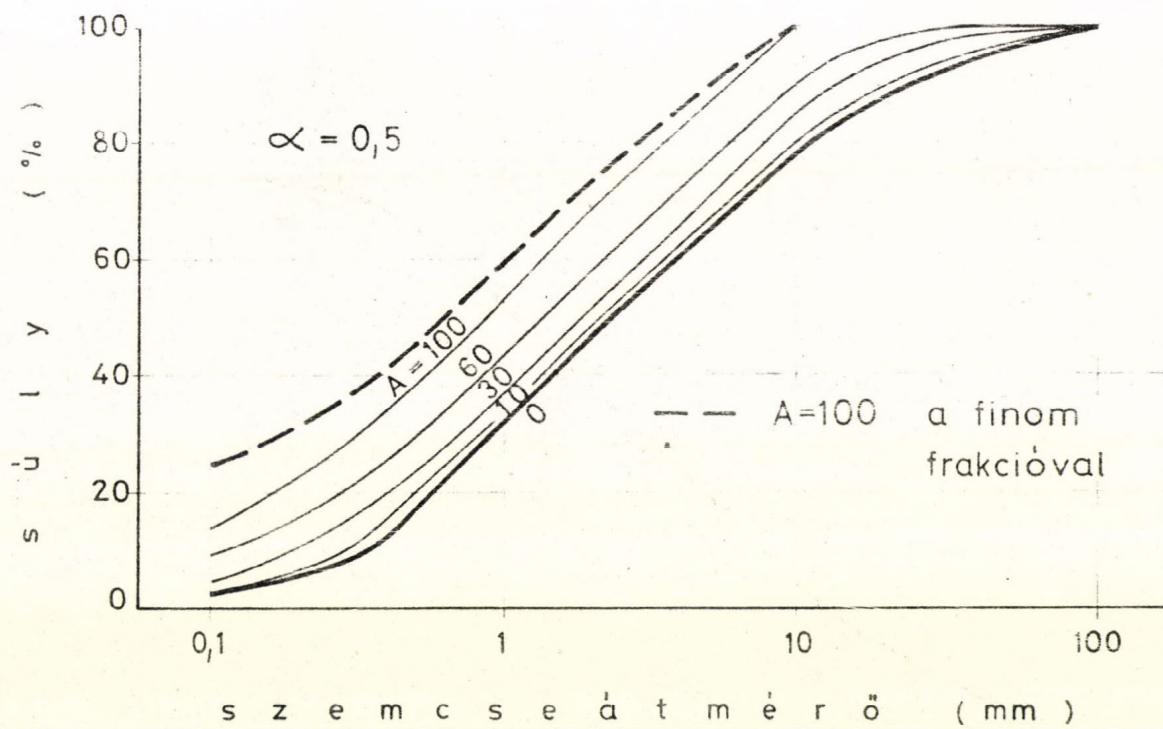


8. ábra

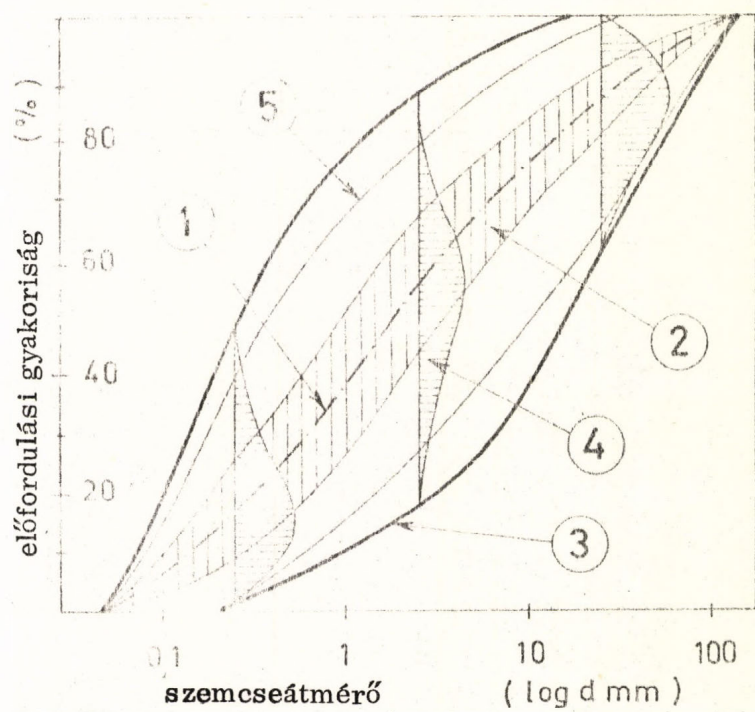


9. ábra





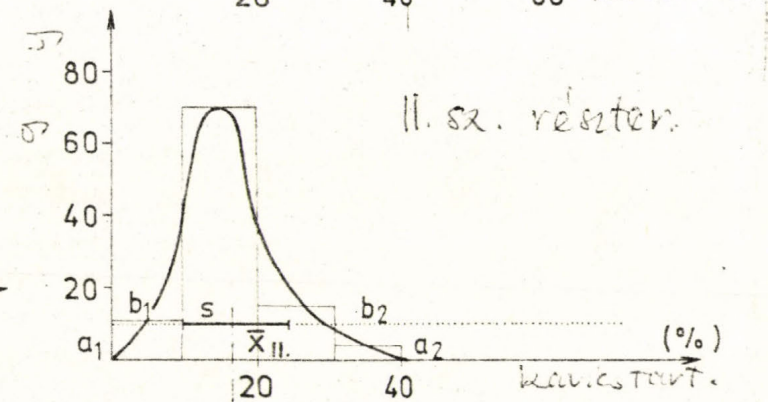
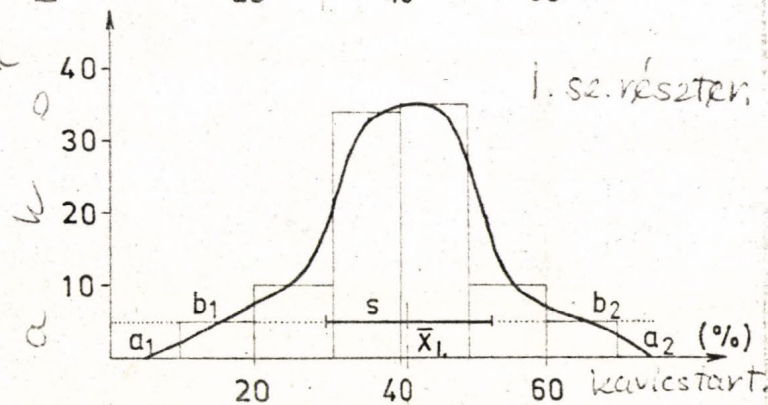
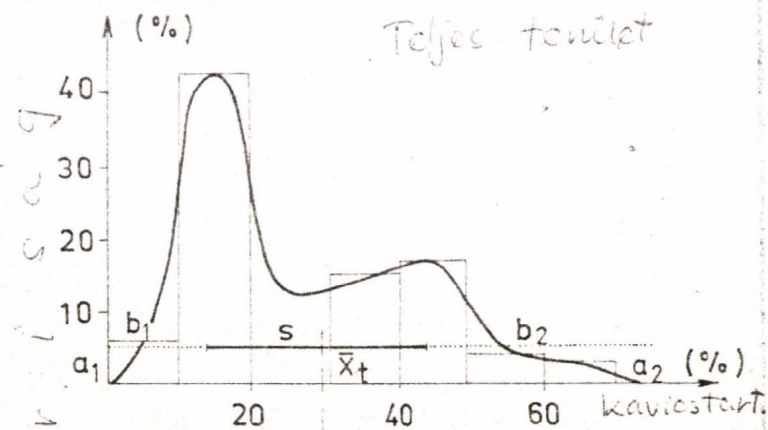
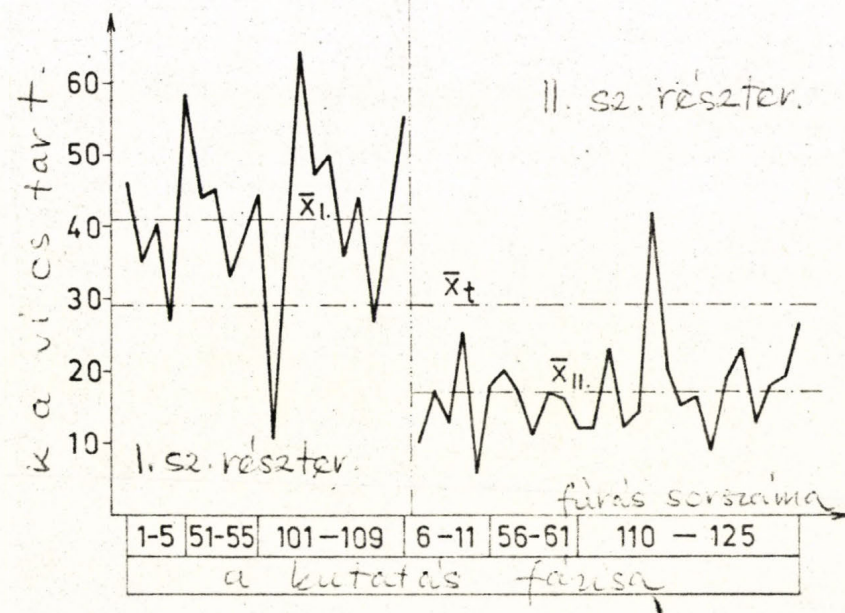
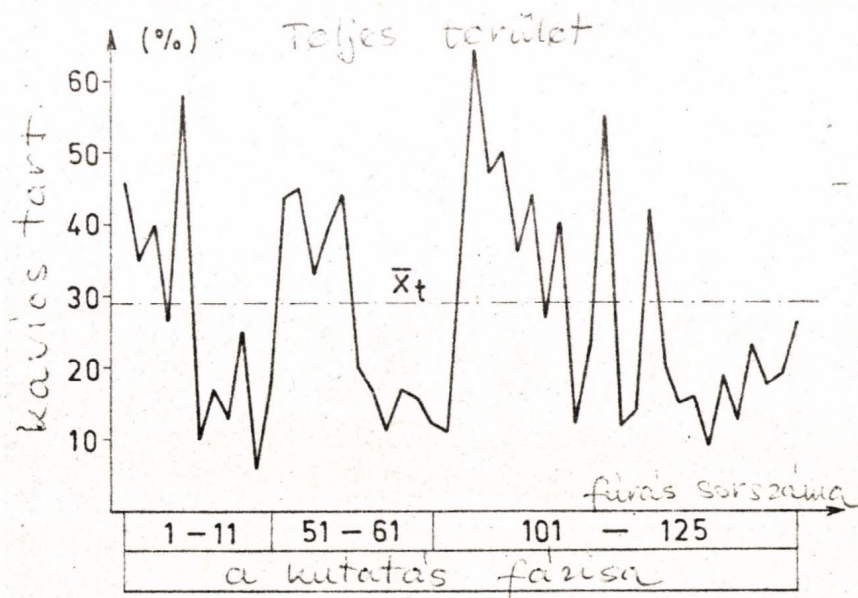
10. ábra



11. ábra

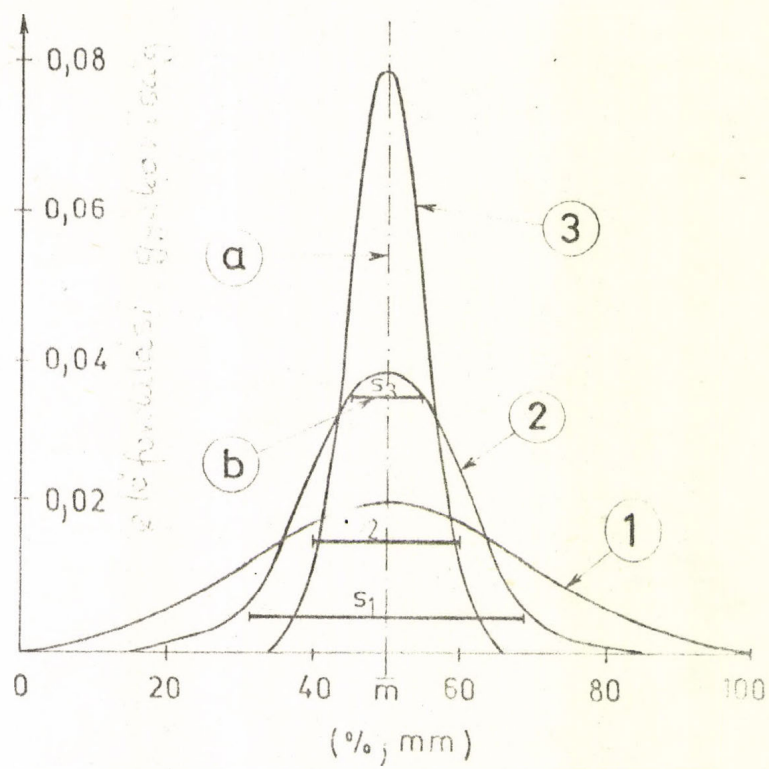




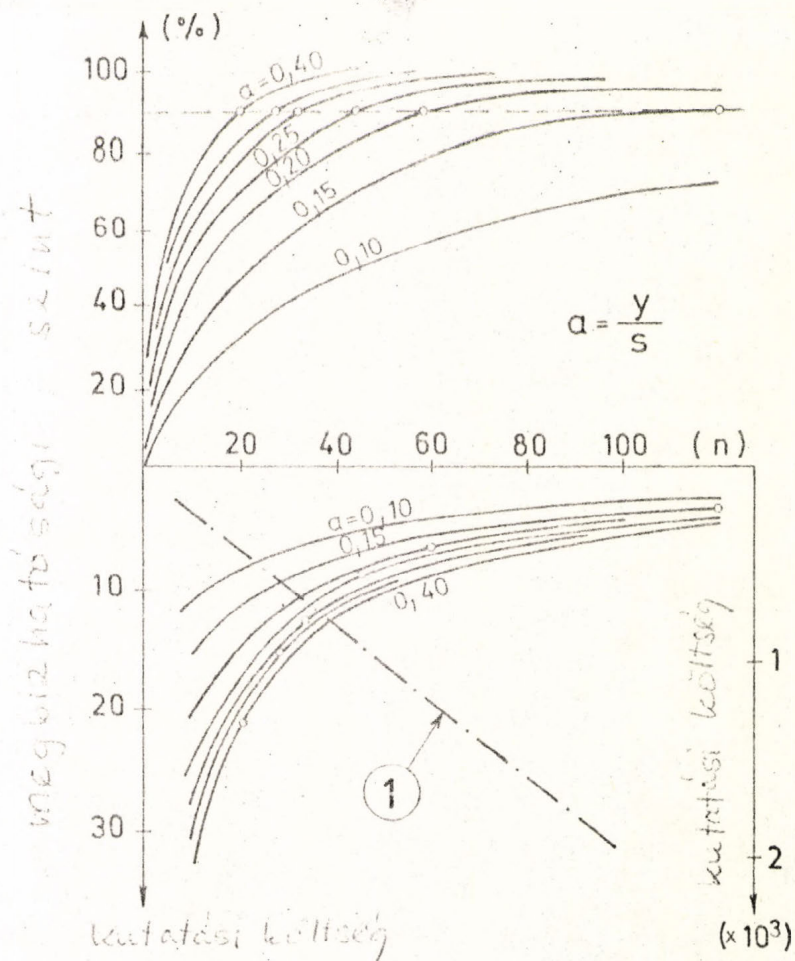


13. ábra





14. ábra



15. ábra





# A TERÜLETRENDEZÉS GAZDASÁGOSSÁGI SZÁMITÁSAI ÉPÍTÉS FÖLDTANI OLDALRÓL

/I. szekció, 16. szám/

Reményi Péter - Varga Márton<sup>x/</sup>

A korszerű területrendezési szemlélet alapvető vonása: az ökonómia. Ennek pénzügyi vetülete - végsősoron - a gazdaságos, illetve a hatékony beruházásban jelentkezik. A gazdasági hatékonyságot - általánosságban - az alábbi képlettel számoljuk:

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{1}{t_i} \quad /B_i + U_i/$$

ahol  $t$  = az időtényező

$B$  = a beruházási költségek

$U$  = az üzemelési költségek

$n$  = a vizsgált évek száma / $n = 30$  év/

/Egy település  $B$ - és  $U$  tényezőit természetesen további elemeire bontjuk./

A közölt összefüggés tiszta típusokra vonatkozik. A gyakorlatban előfordul azonban az átlagtól eltérő eset; az eltérést általában a szint alatti tényezők - vagyis az építésföldtani adottságok - eltérő volta jelenti. Ha megvizsgálunk az előbbieken említett képletet, megállapíthatnánk, hogy éppen a legtöbb eltérést és zavart okozó területi adottságok nem jelentkeznek elkerülönülten, s így hatásuk sem mérlegelhető. Ebből következően a szint alatti munkák költségkihatásai nem tudatosodtak eléggé, értékelésüket és számba-

---

<sup>x/</sup> Földmérő és Talajvizsgáló vállalat.

vételüket a területfelhasználási - telepítési döntéseknél rendre elhanyagolják. Hogy a szint alatti geotechnikai, beépíthetőségi viszonyok szakszerűtlen fi-gyelembevétele milyen zavarokat, illetve károkat okozhat, azt jó néhány ha-zai és külföldi építménykár közlése meggyőzően bizonyítja /1./.

Egyik legfrissebb hazai építménykár publikációban /2./ 738 esetet dolgozott fel a szerző. A károsodási okok %-os megoszlása az alábbi:

- |    |   |        |
|----|---|--------|
| 1. | A víz jelenléte az alapozási síkban /tetőviz, felszíni viz, üzemi viz, szennyvizcsatorna viz, talajviz/     | 69,8 % |
| 2. | Talajrétegek egyenlőtlen összenyomódása /sztatikus és dina-mikus terhelés, tulterhelés, ismétlődő terhelés/ | 17,0 % |
| 3. | Hőmérsékleti hatások  | 9,6 %  |
| 4. | Felszínmozgások /csuszás, földalatti üregek/  | 2,9 %  |

/Megjegyzés: az esetek 0,7 %-a egyéb - pl. a hibás kivitelezés - okok miatt károsodott; /

A károk nem korlátozódnak a mikrokörnyezetre, hanem a mezo- és makro-környezetben is előfordulnak. A településnek nem csak a belterületen lévő épületeken, közművekben, közlekedési területeken keletkeznek károk, hanem a vonalas létesítmények /ut, vasut, víziut, közmű- és szállítóvezetékek, stb./ révén a külterületen is. Kiragadva pl. a rézsűcsuszásokat, partfalmozgáso-kat, azok beépített területen az élet- és vagyonbiztonságot közvetlenül veszé-lyeztetik, de a település alkotó elmeiben, a terület funkcionális szerepében is súlyos károkat, zavarokat idéznek elő. Külterületen bekövetkezett felszín és talajmozgások viszont a közlekedésben, hírközlésben, energia szolgálta-tásban, vízellátásban, stb. okozhatnak fennakadást, s válnak népgazdasági veszteségekké.



Magyarországon becslés szerint mintegy 500 mozgásveszélyes hely van /térképezésük már eléggé előrehaladt/, s éppen azért érdemének figyelmet, mert jelentős részük nagy városokban vagy fejlett iparterületeinken található. A helyi geotechnikai asottságokból eredő potenciális mozgás lehetőség és veszély mellett természetesen éppen a fokozott építési tevékenység, a területhasználat és a terület karbantartása terén jelentkező mulasztások közvetlen befolyását is figyelembe kell venni.

A létesítmény és a környezet stabilitási viszonyának vizsgálata az alábbiak megállapítását teszi lehetővé:

- a. / Műszaki létesítmények esetében a hatások forráshelye általában: az alaptest alatti altalaj;
- b. / az emisszió minden esetben: mozgás, mely a talajrétegeknek vagy talajtömegnek alakváltozása, illetve elmozdulása;
- c. / az immissziós hely: a felszerkezet, illetve általában maga a szerkezet;
- d. / a közvetítő /intermedier/ elem, illetve közeg az altalaj és felszerkezet között elhelyezkedő átmeneti elem /alaptest + fogadószint/, mely egyben része a létesítmény szerkezetének, kivételes esetben maga az altalaj, pl. a felszín alatti térségek /bányák, pincék, üregek/ esetében.

/Megjegyezzük, hogy az ok - okozati összefüggések, a felelősség elemzése során ez az alapvető séma számos variációban, látszólag eltérő formában jelentkezhet. /

Sajnálatos módon ezek a környezeti ártalmak nem a beruházás megvalósítása során, hanem zömében az üzemelés alatt jelentkeznek. Ezért a környezeti ártalmak megelőzésében, csökkentésében jelentős szerepet játszik az építés-

földtan /és talajmechanika/. Bármilyen műszaki létesítményt akarunk megvalósítani, az végső fokon – az alaptesten keresztül – a felszín alatti talaj és talajvíz viszonyokkal törvényszerűen összekapcsolódik.

A területrendezési, illetve a településtervezési /városok, községek, ipar-telepek, stb./ műveletek kidolgozása során fontos helyet foglal el a területek helyi adottságainak figyelembevétele. Ezen a felületen kapcsolódik a településtudomány az építésföldtanhoz elvárva attól, hogy tárgykörének megfelelő adatszolgáltatással és javaslattétellel szolgálja annak egyes tervműveleteit. Adott terület terhelhetőségének, a környezet szennyezési állapotának meghatározása alapján az építésföldtan az optimális területfelhasználáshoz, a helyes beépítéshez nyújt alapadatokat.

#### Alapozási költségek becslése általában

Tapasztalataink szerint – és ezek hazai földrajzi és földtani adottságokat, altalajviszonyokat és építőipari szerkezeti megoldásainkat tükrözik – számszerűen a káros környezeti hatások nagyobb részét épületeinket éri, éppen ezért a költségek becslését is elsősorban az alapozások vonatkozásában tartjuk lényegesnek. Tekintettel arra, hogy a kiindulási alap az építésföldtani /illetve, talajmechanikai/ szakvélemény, a költségek becslését is elméleti oldalról, logikai okoskodással levezetett összefüggések alapján kíséreljük meg első lépésként /3/.

Az alapozás költségének  $K_A$  /modellje a következőképpen írható fel:

$$K_A = f / A_m, P_n, F_t, F_a, \sigma_H, m_t, m_v, \alpha_s, k, t_o /$$

ahol

$A_m$  = az alapozás módja

$m_t$  = a teherhordó talaj mélysége

$P_n$  = az épület összterhelése

$m_v$  = a talajvíz mélysége

2287



$F_a$  = az épületalap területe                       $k$  = a talaj vízáteresztőképessége  
 $F_t$  = az épület teljes alapterülete               $t_o$  = a talajosztály  
 $\sigma_H$  = a talaj határfeszültsége

Az alapozási költségeket legérzékenyebben az alapozás rendszere érinti, tehát az, hogy sík- vagy mélyalapozást kell-e választani. Ezért döntő jelentőségű az alkalmazandó alapozás módjának eldöntése. Ez a következő összefüggésből számítható:

$$a = \frac{\sigma_e}{\sigma_H} = \frac{F_a}{F_t}$$

ahol  $\sigma_e / \text{Kp/cm}^2 / = \frac{P_n}{F_t} = 0,1 / n + 1/;$

$/n$  = az épület szintszáma/

Az előbbi összefüggés alapján a következő táblázat állítható össze, ahol az épület teljes alapterületére vonatkoztatva az alaptestek összes kiterjedésének %-os részaránya  $/a/$  alapján került meghatározásra az alapozás módja  $/A_m/$ :

$a$	$A_m$
$< 0,2$	rövid furt cölöp
$0,2 - 0,3$	pillér alap
$0,3 - 0,8$	sáv alap
$0,8 - 1,0$	lemez vagy mélyalap
$1,0 - <$	az épület alapterületénél nagyobb lemez vagy mélyalap

A tömeges állami lakásépítés 5 éves középtávu tervezése során a tervidőszakban megépítendő lakások területi letelepítésének döntéséhez szolgáltatott épi-



tésföldtani-alapozási tájékoztató szakvélemények kidolgozásánál a röviden vázolt értékelési eljárás bevált. Csupán a területfelhasználási döntések, illetve az előzetes beépítési tervek ilyen alapon való finomításával 600 új lakás építési költségeinek megtakarítása vált lehetővé. Nem szorul bizonyításra, hogy részletes építésföldtani területértékelés, majd a beépíthetőségi feltételek behatoló gazdasági elemzése alapján többszörös megtakarítás lett volna elérhető.

A fentiekben közölt számítás menetét felhasználva példaként - végeredményben - bemutatjuk egyik városunk /Szolnok/ általános rendezési tervében beépítés céljából számításba vehető 3 /A-B-C jelű/ terület összehasonlító gazdasági elemzését.

Az alapozási költség-számítások eredményeit az alábbi táblázatban közöljük.

Ter- vezési terület	alapgyödör víztelenítése			
	0 %-os víztelenítés		50 %-os víztelenítés	
	1 főre eső faj- lagos költség /Ft/	a lakás- építés összköl- tségének %-ban	1 főre eső faj- lagos költség /Ft/	a lakás- építés összköl- tségének %-ban
A	1218,0	2,41	1252,6	2,48
B	931,6	1,83	942,6	1,85
C	1436,6	2,82	1454,6	2,85

Meg kívánjuk említeni, hogy elvégeztük

1111 db lakóépület

alapozási költségeinek elemzését is. Alapul a Központi Statisztikai Hivatal-hoz beküldött statisztikai adatszolgáltató lapok szolgáltak.

A lakóépületek alapozási költségeinek vizsgálata során választ kívántunk kapni arra, hogy az alapozás költségei hogyan alakulnak a következő szempontok és tényezők

- a telepítés módja és az adott terület természeti adottságai
- az alapozás módja és
- a felépítmény szerkezeti sajátosságai

függvényében.

Ennek eredményeiről az IAEG korábbi kongresszusán már adtunk áttekintést.

/4/.

#### Területek beépíthetőségének műszaki-gazdasági értékelési modelljei

Magyarországon a kormányzat szociálpolitikai célkitűzéseiben döntő szerepet játszik a lakásépítés. Az 1976-1990 közötti időszakban 1.450.000 lakás megvalósítását kell biztosítani. Ezek döntő többsége /900.000/ a területfejlesztési és településhálózatfejlesztési tervekben kijelölt városokban kerül megépítésre. A rendelkezésre álló erőforrások hatékony felhasználása eleve megköveteli a körültekintő műszaki-gazdasági elemzést, előkészítést. Ugyanakkor objektív tényként **kell** számolnunk olyan körülményekkel, mint:

- a kedvező adottságú területeket már korábban felhasználtuk, s ezáltal mind kedvezőtlenebb beépíthetőségi feltételekkel kell számolnunk műszaki megoldás és költségek vonatkozásában egyaránt;
- a dinamikusan fejlődő urbanizáció, iparosítás, motorizáció következtében a beépített, vagy a jövőben beépíthető területek környezeti terhelése fokozódott, ami ugyancsak növeli a beépítés, illetve a környezeti ártalmak elleni védekezés vagy megelőzés költségeit.



A magyar Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium idejében felismerte a geotechnikai adottságok hatékonyságának súlyát az építési tevékenység hatékonysága, illetve a beruházások optimális megvalósítása szempontjából. Ágazati kutatási - fejlesztési célprogramot dolgozott ki az alapozásokra, melynek koordinációjáért a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat /FTI/ felelős. Az alapozási munkákkal mondhatni egyenlő súllyal szerepel a célprogramban a komplex geotechnikai előkészítés végrehajtása, illetve a mérnökgeológiai - talajmechanikai vizsgálati eredményeknek a területrendezési - és építési műszaki tervezésben való felhasználása is. Az FTI legutóbbi évkönyve /5/ több szakcikket is tartalmaz, melyek az eddigi eredményeket, s a további feladatokat elemzik.

Az Alapozási Célprogram célkitűzései szellemében bizonyos időközökben ismételten elvégezzük a lakóépületek alapozási költségeinek reprezentatív vizsgálatát, elemelve az árváltozások okait. Ezen utólagos ténymegállapítás és értékelés mellett módszertani fejlesztésre is törekszünk, hogy az adott telepítési -beépítési feltételek között várható alapozási viszonyokat, illetve azok költségeit is prognosztizálni tudjuk.

Az "Alapozás műszaki - gazdaságossági vizsgálata az V. ötéves tervidőszak lakótelepeinél" című kutatási témában nyomatékosan hangsúlyozásra került, hogy minden építmény háromfázisú rendszer /felépítmény + alapozás + talaj/, s kizárólag ezek komplex, együttes értékelése vezethet optimális eredményre. Csakis mindhárom fázis anyagi szilárdsági, állékonysági és alakváltozási tényezőinek azonos elvekkel és módszerekkel történő értékelése adhat elfogadható eredményt. Az alapozás műszaki-gazdasági optimalizálása feltételként azonban megköveteli, hogy a megelőző tervezési fázisban már meghatározzák a legkedvezőbb beépíthetőségi adottságokkal rendelkező építési területet, s azon belül is a lehető legkedvezőbb épület-elrendezést (beépítési tervet) biztosítsák a beruházási programmal.

Az alapozás optimalizálásában az adott erőtani, szerkezeti, geometriai és élettartam iránti követelmények meghatározása, illetve az ezeket legkisebb ráfordítással még éppen kielégítő megoldás meghatározása a cél. Természe-



tesen a gazdasági optimumot az átfutási idő és az élőmunka szükséglet módosíthatja.

A kidolgozott modell, illetve gyakorlati alkalmazása eredményeinek ismeretetésétől a megszabott keretek miatt sajnos el kell tekintenünk.

A területi geotechnikai feltételek, valamint az előírányzott beépítés függvényében a várható szükséges alapozási megoldás előrejelzése egy konkrét építési feladat esetében munkaszervezési és költségsszámítási célokat szolgál az érdekelt beruházók, tervező és kivitelező szervezetek szintjén.

Csupán utalni kívánunk rá, hogy a jelen Kongresszusra benyújtott egy másik referátum /8./ a talajvizjárás törvényszerűségeinek számítógépes értékelésével és prognózisával foglalkozik. Hazánkban az előrelátó és jól szervezett területvizsgálat nem csak egy település általános rendezési tervének jobb műszaki - gazdasági megalapozását szolgálja, hanem a kivitelezés jobb szervezését, a hatékonyabb megvalósítást is közvetlenül biztosítja.

Egy teljes középtávu /5 éves/ tervidőszak összes lakásépítéseiinek összefoglaló értékelése már az ágazati, sőt népgazdasági tervezés megalapozását, finanszírozását biztosítja. A lakásépítésre kijelölt területek építésföldtani viszonyainak ismerete, a tervezett beépítés módja, s az ebből eredő alapozási mód és költségek előrejelzése azonban ágazati szinten nem teszik lehetővé a körültekintő technikai, szervezési és egyéb felkészülést.

Az építőipar országos fejlesztését, a fizetőképes kereslet maradéktalan ki-elégítésének feltételeit csak műszakilag és gazdaságilag megalapozott iparpolitika biztosíthatja.

Az Építésgazdasági és Szervezési Intézettel közösen az FTI kidolgozta az "Építőipari erőforrás számítási modellrendszere" című témát. A modell lehetővé teszi pontszerű és vonalas terhelés esetében egyaránt egy-egy alapelembre, vagy 1 folyóméter falszakaszra vonatkoztatva meghatározni az építési anyagszükségletet, a szerkezet szükségletet, gépszükségletet az élőmunka igényt és végül a költségeket.



Ezek ismeretében az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium komplex számítógépes elemzéssel tudja értékelni a különböző tervvariációkat, s megalapozott döntést hozhat az adott feltételek között optimális megoldásra, tér- és időbeli sorrendiségben szervezheti a megvalósítást. Ebből már automatikusan adódik, hogy a területi adottságok és feltételek függvényében regionális bontásban meghatározhatja a kivitelező vállalatok technológiai és technikai fejlesztési feladatait, az építőanyagtermelés és szerkezet előregyártás iránti követelményeket, szállítási igényeket, stb., s mindezek alapján összefüggéseiben egyeztetett építéspolitikát alakíthat ki, megalapozott és céltudatos középtávu fejlesztési terv szerint irányíthatja az ország építő- és építőanyagiparát.

A Nemzetközi Talajmechanikai és Alapozási Szövetség IX. Kongresszusán /Tokió, 1977. VII./ több referátumban elemeztük /6., 7./, hogy a területfelhasználás és területgazdálkodás optimális biztosítása - ami minden országban egyre inkább előtérbe kerülő nemzetgazdasági érdek - céljából a komplex geotechnikai vizsgálatok és értékelés követelményrendszerét ki kell terjeszteni számos környezetvédelmi és fejlesztési feladatra is. Ezek ismertetésétől most eltekintünk.

#### Következtetés

A földtan szintetizáló tudomány. A mérnökgeológia, s azon belül a jellegzetes célfeladatot hordozó építésföldtan ugyanigy egy adott nagyobb vizsgálati terület beépíthetősége szempontjából értékelt földtani szintézisét adják a felhasználóknak. Az általános gyakorlati tapasztalatok alapján azonban nem kétséges, hogy a tudományostechikai forradalom rohamos kibontakozása, az építőiparral szembeni követelmények ugrásszerű növekedése, a környezeti ártalmak súlyosbodása, a területtel és a talajokkal való jobb gazdálkodásra irányuló tö-

rekvés, a rendelkezésre álló erőforrások hatékonyabb hasznosítása időszakában a hagyományos földtani szemlélet még bizonyos mérnöki szempontokkal kiegészítve sem elegendő.

A területek építésföldtani-geotechnikai vizsgálatát és értékelését módszereiben és eszközeiben egyaránt fejlesztenünk kell. Szemléleti fejlődést, kiteljesedést és komplexitást követel tőlünk az a józan törekvés, hogy munkánk eredménye közvetlenül hasznosíthatóvá váljék a népgazdaságban. A különböző környezetszennyezések közvetlen hatásai az építésföldtani viszonyok alakulására, majd áttételes következményei az építményekre és létesítményekre már önmagukban is komplex felkészültséget és szemléletet igényelnek. Korunk fejlett ipara, szociálpolitikai törekvéseink azonban ennél sokkal többet is várnak.

Megalapozott és felelősségteljes összehasonlító műszaki és gazdasági elemzést, prognózisokat mind az építés, mind pedig a későbbi területhasználat és üzemeltetés szakaszára. A döntések előkészítését, illetve, hogy melyik intézkedésnek milyen esetleges, vagy várható műszaki - gazdasági következményével kell, vagy lehet számolni. Csakis ilyen területjellemzés és értékelés birtokában mérlegelhető, hogy az adott gazdasági - társadalmi feltételek között mi az az ésszerű határ, ameddig elmehetünk a kockázat vállalásával.

Nem téveszthető ugyanakkor szem elől az a tény, hogy az építésföldtani térképezés elsődleges célja a területrendezési tervezés és területfelhasználási döntések jobb műszaki - gazdasági előkészítése. A beépítés révén kialakításra kerülő művi környezet ökológiai következményei azonban mind az eredeti környezetben, mind az épített környezetben csak részben küszöbölhetők ki az új beruházásokkal. Ezek nagyjából már a területhasználat során szükségessé váló terület-karbantartásra és a városgazdálkodásra hárulnak. De a beépítés során kell a már említett ésszerű kockázat határáig biztosítani a kétértelműen gazdaságosabb megelőzést, a szint alatti létesítmények, s ezek közül is elsősorban az alapozások fizikai élettartamának a felépítmények opti-



mális élettartamával való összehangolását. A beépítés során kell megvalósítani mindazokat az egyéb intézkedéseket is, melyek a terület stabilitását, környezeti állapotát, stb. - vagy legalább ennek feltételeit - ugyancsak a beépítés, a tervezett területhasználat időtartamával összhangban megteremtik.

Az építésföldtani - mérnökgeológiai térképekkel szemben ma már jogos elvárás, hogy a terület-karbantartás és gondozás, illetve a terület- és városgazdálkodás sajátos geotechnikai feltételeire és vonatkozásaira is megfelelő információkat nyújtson.

Tanulmányunkban felvázolt konkrét módszerekkel, példákkal a szabott keretek között csupán illusztrálni tudtuk - de kifejteni és bizonyítani nem - hogy a kimondottan közgazdasági jellegű és célú elemzés, az építőipari munka- és folyamatszervezés, a területgazdálkodás és karbantartás, a műszaki - gazdasági trendek és prognózisok - hogy csak a legfontosabbakat említsük - területeire is kiterjesztett komplex szemléletű építésföldtani előkészítés és tervezés miként válik a népgazdaság, az építőipar és a városgazdálkodás konkrét termelési tényezőjévé.

## IRODALOMJEGYZÉK:

- 1./ Dr. Széchy K.:  
Alapozási hibák. /1963/
- 2./ Dr. Rétháti L.:  
Altalaj eredetű épületkárok gyűjteménye. /1976./
- 3./ Reményi P. - Varga M.:  
Magyarország építésföldtani viszonyaira vonatkozó összefoglaló ismereteink a területrendezési tervezésben.  
Bp. Műszaki Egyetem Továbbképző Intézete, 1970.
- 4./ Reményi P. - Varga M.:  
The influence of geological potentialities on the development of the foundation expenses of residential buildings.  
Páris, 1970.
- 5./ Előtervezés - Mélyépítés 1950. - 1975.  
Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat kiadványa, Budapest, 1976.
- 6./ Reményi P.:  
Aspects of environmental protection in the geotechnical preparatory work of Use-zoning.  
Proceedings of Speciality Session on Geotechnical engineering and environmental Control.  
Tokió, 1977.
- 7./ Reményi P. - Varga M.:  
Multistage environment controlling system in geotechnics during construction and operating.  
Proceedings of Specialty Session on Geotechnical engineering and environmental Control, Tokió, 1977.



8./ Gyórfy János:

A talajvizjárás számítógépes értékelése és az építési talaj-  
vizszint prognosztizálása.

IAEG. III. Kongresszusára benyújtott referátum.

A KÖZETFIZIKAI ÁLLAPOTOK JELENTŐSÉGE KÖZETEK KOMPLEX  
SZILÁRDSÁGI MEGITÉLÉSÉBEN S AZ EREDMÉNYEK  
FELHASZNÁLÁSA MÉRNÖKGEOLÓGIAI FELADATOKNÁL

/II. szekció, 23. szám./

Kürti István<sup>x/</sup>

A mérnökgeológiai számításokhoz a helyszíni vizsgálatokon kívül elengedhetetlenül laboratóriumi mérések is szükségesek. A laboratóriumi munkával foglalkozó nemzetközi irodalomban mind többet foglalkoznak a vizsgálatok egységesítési problémáival. A műszaki életben használt különféle mértékrendszerek, mérési szokások és eszközök különbözősége miatt az eredményeket nem tudjuk minden esetben összehasonlítani és összehasonlítva kiértékelni. Ahány laboratórium - annyi módszer - mindenki a saját módszereihez igyekezett következetes maradni. Az első egységesítési törekvések a próbatest méretekre, alakjára és a vizsgálati állapotokra vonatkoztak.

Vizsgálati állapotok

Európai méreteken a RILEM egy évtizede adott ajánlást a vizsgálati állapotok és laboratóriumi próbatest méretek vonatkozásában. Vizsgálati állapotban akkor vannak a laboratóriumi próbatestek, amikor azokat meghatározott viztartalmi jellemzőkkel előkészítették vizsgálatra. A már említett RILEM-ajánlás szellemében a hazai kutatási eredményekkel kiegészítve Magyarországon az alábbi vizsgálati állapotok szabványosítottak:

- légszáraz állapot;
- szárított állapot;
- páratelített állapot;

---

<sup>x/</sup> OLAJTERV



- vizzel telített állapot;
- különleges hőtűrési állapot;
- különböző ismétlésszámu fagyasztás, mint időállósági modell-hatás.

A vizsgálati állapotokat szabványosított módszerrel előírt vizsgálati tűréssel, szabványos próbatesteken kell előállítani. Kivételt képez a légszáraz vizsgálati állapot, mert itt a meglévő és állandónak tekinthető levegőhőmérsékletet és páratelítettség mértékének megállapítása és megadása jelenti a vizsgálati állapot előállítását. /I. táblázat/

A laboratóriumi berendezések technikai fejlődésével növekszik az automatikusan működő eszközök száma is. A 2. sz. ábrán látható adatok azt mutatják, hogy bizonyos eltérést, különbséget lehet találni, például a szilárdsági vizsgálatok közül a mechanikus viztelítésű, valamint automatikus klimakamrában telített próbatestek értékei között. Addig, amíg világviszonylatban nem lesz elterjedt az automatikus berendezések használata, elengedhetetlenül szükséges, hogy a vizsgálati állapot előállításának módját és körülményeit az eredményekkel együtt közöljék.

#### Szilárdsági vizsgálatok

A kőzetvizsgálatoknak az a célja, hogy a nyert vizsgálati adatból következtetni tudjunk arra, hogy hogyan fog viselkedni a beépített, felhasznált kőzet a természeti hatásokra. Arra törekszünk, hogy minél kevesebb, de célszerűen választott állapotban végzett vizsgálat adataiból minél pontosabb legyen ez a következtetésünk.

A felhasználás során várható viselkedésre legtöbb adatot adó laboratóriumi tevékenység a szilárdsági vizsgálat. Jelenleg a régóta alkalmazott egytenge-

lyü nyomóvizsgálaton kívül a többtengelyű feszültségtérben végzett szilárdsági vizsgálattal, a huzó-hasító /u. n. Brazil/ vizsgálattal találkozhatunk a nemzetközi irodalomban.

A 2. ábrán foglaltuk össze ezzel kapcsolatban a jelöléseket. A teljes szilárdsági tartományt ezek együttese jelenti.

Mohr-féle ábrázolási rendszerben az együttes eredmény 2. ábrán látható törési határgörbe. Bármilyen célra alkalmazzuk a közeteket, valamilyen szilárdsági minőségi igényt mindenképpen támasztunk vele szemben. A törési határgörbe a teljes szilárdsági tartományt ábrázolja - természetesen, ha a laboratóriumi mérőberendezések terhelési határa nem kisebb, mint a tényleges igénybevételek "modellezéséhez" szükség lenne.

Külön szeretnénk a figyelmet felhívni az alakváltozás mérésére a szilárdsági vizsgálatoknál. A 3. ábrán feltüntettük azokat a fő jellemzőket, amelyeket mind az egyirányú, mind a többtengelyű feszültségtérben - itt például u. n. Kármán-féle feszültségtérben végzett vizsgálatainknál meghatározunk, illetve szükségesnek tartunk.

A fentiek bemutatása, valamint az eredmények felhasználásának módja konkrét feladat bemutatásával a legszemléletesebb.

Nagyméretű mérnöki műtárgy mérnökgeológiai elemzése során került sor a Magyarországon több helyen kiterjedten előforduló homokkő laboratóriumi vizsgálatára.

A kőzet tömbös elválású, vöröses-lilás, egyenletes szövetű szemcsés pallbozóós keletkezésű. /Permi vörös homokkő/ /4. ábra/. A szemcsék nagysága és az egyenletes szövet jól látszik a mikroszkóp felvételen.

Ezen a kőzeten végzett vizsgálatsorozattal szeretnők bemutatni a szabványos vizsgálati és kiértékelési - minősítési rendszerünket.



## Mérnökgeológiai feladat rövid ismertetése

Az előbbieken említett permi vörös homokkő összletben autópálya bevágását kell kialakítani /5. ábra/. A felső talajrétegek határfelületén áramló talajviz miatt a kőzet vízzel kapcsolatos viselkedése különös hangsúlyt kapott. A bevágásszelvény felső részeinek biztosítása, valamint a fejtett anyag terméskőként felhasználása miatt kiterjedt vizsgálatot végeztünk. E szempont miatt zuzottkő vizsgálatokkal is kiegészítettük a laboratóriumi vizsgálati tervet.

Első feladat volt a vizsgálati tervek elkészítése. A 6. ábrán a műtárgyra, mint vonalas létesítményre, a 7. ábrán a fejtett anyagnak, mint terméskőnek a vizsgálati tervét mutatjuk be. Az ábrák közötti különbséggel a vizsgálati cél különbözősége miatti laborvizsgálati különbségeket hangsúlyozzuk. Természetesen mind a két vizsgálati tervnél elsőrendű és meghatározó a kőzettani vizsgálat szerepe.

## Eredmények

A vizsgálati tervek alapján végzett kőzetvizsgálatok eredményeit a II. táblázat és III. táblázatban mutatjuk be. A teljes vizsgálati anyag terjedelme nem teszi lehetővé, hogy ez a bemutatás részletekbe menő legyen; továbbá a bemutatással elsősorban a szilárdsági viselkedéssel kapcsolatos vizsgálat néhány részletére szeretnők a figyelmet felhívni. A bevezető részben említettük a vizsgálati állapotok mechanikus és automatikus módszerét. A vizsgálatssorozat során párhuzamosan mindkettőt használtuk; ezeket az eredményeket a IV. táblázatban mutatjuk be.

Látható, hogy az eltérés a két módszerrel végzett vizsgálatoknál elsősorban nem az átlageredményekben, hanem a vizsgálati szórásban van. Ugyanezen táblázaton láthatók, hogy a vizsgálatok eredménye az u. n. változási tényező, amelyeket a 8. ábra szerint használtunk fel a számításainkban.

Külön feladatrészt alkot a vizsgálatra kerülő anyagokból vizsgálati csoportok /mintacsoportok és rész- mintacsoportok/ összeállítása. Ennek a tárgyalása az ismertetés keretét meghaladja.

#### Összefoglalás:

A tanulmány bemutatja a laboratóriumi kőzetvizsgálatok rendszerét; az eredmények alkalmazását mérnökgeológiai számításokhoz. Felhívja a figyelmet a szilárdsági elemzés fontosságára, s rámutat arra, hogy kőzettani vizsgálattal kezdődő szilárdsági vizsgálat eredményéből igen jól lehet következtetni a kőzet várható viselkedésére a természeti hatások esetén. Hangsúlyozza az alakváltozás mérésének fontosságát, valamint azt, hogy a kőzetvizsgálat és minősítés áttekinthető és egységes rendszert kell, hogy alkossanak, amelyet szabványoknak kell alátámasztani.

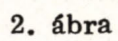
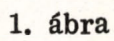


## Ábrák

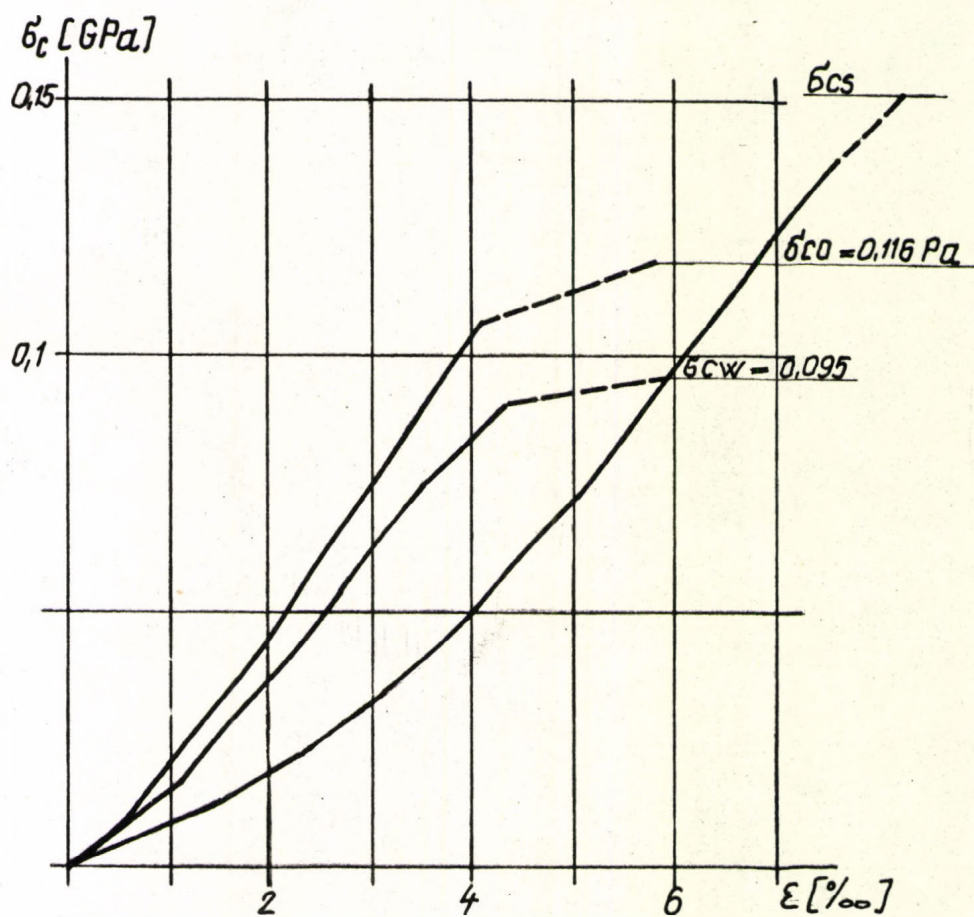
- |         |  |
|---------|--|
| 1. ábra | Szilárdsági vizsgálatok ábrázolása         |
| 1. ábra | Törési hatásgörbe                          |
| 3. ábra | Szilárdsági vizsgálat alakváltozásméréssel |
| 4. ábra | Balatonrendesi homokkő /Magyarországon/    |
| 5. ábra | Keresztszelvény                            |
| 6. ábra | Vizsgálati terv a vonalas létesítményre    |
| 7. ábra | Vizsgálati terv az anyagnyerőhelyre        |
| 8. ábra | Számítási modell                           |

## Táblázatok

- |               |  |
|---------------|--|
| I. táblázat   | Vizsgálati állapotok a magyar szabvány szerint |
| II. táblázat  | Mérési eredmények I.                           |
| III. táblázat | Mérési eredmények II.                          |
| IV. táblázat  | Összehasonlítási táblázat                      |



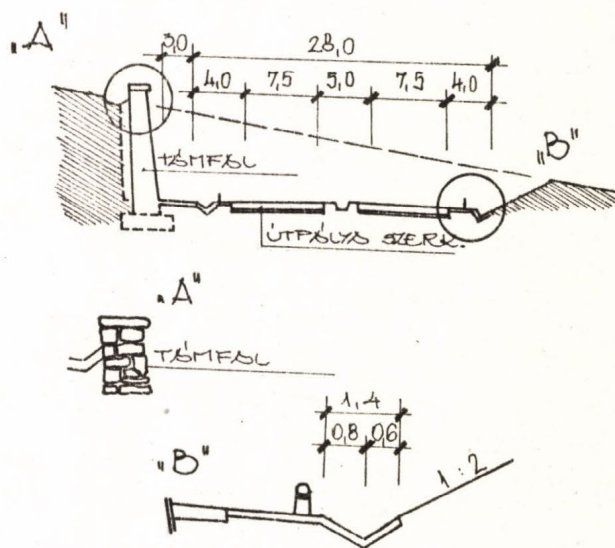




3. ábra



4. ábra



5. ábra



SORSZÁM	ÁLLAPOT JELE	KÖZLETTANI VIZSG.	TÖMEGELOSZLÁSI V.	VICTARTALON	VIZFELVÉTEL	EGYENGELENY NYOMÓ VIZSG.	BRASIL VIZSG.	TRIAKIAUS VIZSG	HASITÓ VIZSG.	ULTRAHANG TERVED. SEB.	LOS ANGELES VIZSG	HUMMEL VIZSG.	SZENCSEHÁBITÓ VIZSGÁLAT	SZEMÁLK VIZSG.	FSGYBSZITÁSI VIZSG	SZULFÁTOS KRISTÁLYOSÍTÁS	MEGJEGYZÉS
1	0																
2	Q																
3	W																
4	S																
5	425																
6	450																
7	5f																
8	15f																
9	25f																
10	50f																
11	100f																
12	5s																

6. ábra

SORSZÁM	ÁLLAPOT JELE	KÖZLETTANI VIZSG.	TÖMEGELOSZLÁSI V.	VICTARTALON	VIZFELVÉTEL	EGYENGELENY NYOMÓ VIZSG.	BRASIL VIZSG.	TRIAKIAUS VIZSG.	HASITÓ VIZSG.	ULTRAHANG TERVEDÉSI SEB.	LOS ANGELES VIZSG.	HUMMEL VIZSG.	SZENCSEHÁBITÓ VIZSG.	SZEMÁLK VIZSG.	FSGYBSZITÁSI VIZSG.	SZULFÁTOS KRISTÁLYOSÍTÁS	MEGJEGYZÉS
1	0																
2	Q																
3	K																
4	S																
5	425																
6	450																
7	5f																
8	15f																
9	25f																
10	50f																
11	100f																
12	5s																

7. ábra

VIZSGÁLAT	VÁLTOZÁSI TÉNYEZŐ					KÖZEP ÉRTÉK
	d	0	w	25f	50f	
TÖMEGELOSZTÁSI VIZSG.	0,887	1,00	0,887	0,887	0,876	0,91
ULTRAHANG SEB.	1,01	1,00	0,99	1,08	1,05	1,03
EGYTENGELYŰ NYOM.	1,51	1,00	0,874	0,968	0,927	1,05
TRIAXIÁLIS VIZSG.		1,00	0,745	0,745		0,83
E - MODULUS	0,923	1,00	0,73	0,843	0,772	0,85
KÖZEP ÉRTÉK	0,94	1,00	0,90	0,90	0,91	MIN. 0,73

8. ábra

VIZSGÁLATI ÁLLAPOT	ÁLLAPOT JELE
LÉGSZÁRASZ ÁLLAPOT	0
SZÁRÍTOTT ÁLLAPOT	d
VIZIEL TELITETT ÁLLAPOT	w
PÁRTELITETT ÁLLAPOT	s
KÜLÖNLEGES HŐTŰRÉSI ÁLLAPOT /25 CIKLUS/	25h
KÜLÖNLEGES HŐTŰRÉSI ÁLLAPOT /50 CIKLUS/	50h
FAGYASZTÁS /5 CIKLUS/	5f
FAGYASZTÁS /15 CIKLUS/	15f
FAGYASZTÁS /25 CIKLUS/	25f
FAGYASZTÁS /50 CIKLUS/	50f
FAGYASZTÁS /100 CIKLUS/	100f
SZULFÁTOS KRISZTÁLYOSZTÁS	5s

I. táblázat



ÁLLAPOT JELE	EREDMÉNYEK												
	Q/g/cm <sup>3</sup> /			w/M %/			w <sub>f</sub> / M %/			FAGYASZT. VESZ M %.			
	MAX	MIN.	KÖZEP	MAX	MIN.	KÖZEP	MAX	MIN.	KÖZEP	MAX	MIN.	KÖZEP	
			f.			f.			f.			f.	
0	2,15	2,64	2,67	0,25	0,16	0,22							
d	2,41	2,33	2,37	0,08	0,18	0,12							
w	2,40	2,32	2,37				4,20	1,20	2,07				
θ													
h <sub>25</sub>													
h <sub>50</sub>													
25 f	2,40	2,34	2,37				0,19	0,12	0,15				
50 f													

II. táblázat

ÁLLAPOT JELE	EREDMENYEK												
	EGYT. NYOM./MPa			BRAXIL V./MPa			TRIAXIÁLIS V./MPa			ULTRAHANG-VEZ. /km/s /			
	MAX	MIN.	KÖZEP f.	MAX	MIN.	KÖZEP f.	MAX	MIN.	KÖZEP f.	MAX	MIN.	KÖZEP f.	
0	0,96	0,88	0,91	0,09	0,08	0,08	1,58	1,04	1,23	4,47	4,12	4,33	
d	1,65	1,10	1,37	0,14	0,12	0,12				4,50	4,28	4,39	
w	0,86	0,74	0,80	0,06	0,05	0,05	1,23	0,47	0,96	4,49	4,19	4,32	
s	0,98	0,78	0,85	0,10	0,09	0,09				4,60	4,50	4,57	
h25				0,07	0,07	0,07							
h50													
25f	0,90	0,87	0,88	0,08	0,07	0,07	1,29	0,52	0,96	4,68	4,68	4,68	
50f													

III. táblázat

MÓDSZER	PÁRATÉLT ÁLLAP.		VIZELTÉLT ÁLL.		25x F&GYÁSZT. UTÁN			
	$\bar{G}_{cs}$	$E_s$	$\bar{G}_{cw}$	$E_w$	$\bar{G}_{c50f}$	$E_{50f}$		
	G Pa	G Pa	G Pa	G Pa	G Pa	G Pa		
KÉZI MÓDSZER	0,81	22,68	0,79	20,75	0,88	23,88	$\Delta_G = 10,8\%$	$\Delta_E = 7,6\%$
AUTOMATIKUS MÓD.	0,88	22,66	0,80	20,99	0,88	24,53	$\Delta_G = 9,26\%$	$\Delta_E = 5,1\%$

IV. TÁBLÁZAT

IV. táblázat





# AZ ÉPÍTÉSI KŐANYAGOK ÉS HALMAZOK SZABVÁNYOSÍTÁSÁNAK RENDSZERE MAGYARORSZÁGON

/II. szekció, 56. szám/

Kertész Pál<sup>x/</sup>

Magyarország földtani felépítése nem kedvező az építési kőanyagok termelésére: az ország jelentős részén sem kavicsok, sem összeálló kőzetek nem állnak rendelkezésre. A hazai kőzetek így csak igen ésszerű gazdálkodással elégíthetik ki hosszabb ideig a műszaki igényeket: a kőzetet optimálisan kell felhasználni, minden célra csak az adott esetben éppen megfelelő – sem jobb, sem rosszabb – kőzetet szabad beépíteni.

Ez volt a legfontosabb oka, hogy Magyarországon kidolgozták az építési kőanyagok új szabványrendszerét. Az eddigi szabályozás csak a mintavételre, a vizsgálati módszerekre és egyes termékek minőségi feltételeire terjedt ki és e téren eléggé korszerű is volt. Az új szabályozás fő feladata egy általános minőségi szemlélet következetes alkalmazása volt, melynek alapján a termékeken kívül a még terméké fel nem dolgozott kőzetek felhasználási értékelése is lehetségessé válik. Ezt az értékelést ki kellett terjesztetni a kő- és kavicsbányászati kutatásai során elvégzett vizsgálatok alapján az ásványvagyonra is oly módon, hogy a bányatelepítéshez is kielégítő minőségi információt nyerhessünk.

Az eddigi – inkább anyagtani szemléletű – szabályozással szemben az új előírásoknak komplex mérnökgeológiai-kőzetfizikai alapon kell nyugodniuk, amely a földtani-kőzettani, vagy a szilárdsági-kőzetfizikai sajátságok értelmezésére alkalmas. A szabványosítás külföldön is általában a termékek vizsgálatára és

---

x/

Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány Földtan Tanszék



azok megfelelőségének vagy meg nem felelőségének megállapítására vonatkozik és nem tér ki annak elemzésére, hogy egy adott közet mire használható fel a leggazdaságosabban.

### A szabványsor felépítése

Uj a magyar szabványrendszerben az, hogy a szabályozást három értékelési rendszerben: a termékekre, kőanyagra és ásványvagyonra vonatkozóan hajója végre. Az alapszabvány definiálja pontosan, hogy mikor melyik rendszert kell vagy célszerű alkalmazni.

A szabványsor minden értékelési rendszerben egy vizsgálati tervben foglalja össze az értékeléshez elvégzendő vizsgálatokat, valamint azok megengedett legalacsonyabb ismétlési számát. A vizsgálati terveket a szabvány minden értékelési rendszerben a fő felhasználási területekre külön-külön tartalmazza és külön szabályozza az "általános közetfizikai megismeréshez" végzendő vizsgálatokat. A vizsgálati terv még a termékértékelési rendszerben is tartalmaz olyan vizsgálatokat, amelyek határértéke nem szerepel a felhasználási feltételek között, de amelyek eredménye az értékelés vagy a laboratóriumi feldolgozás során fontos lehet. A vizsgálati tervben megtalálhatjuk az alkalmazandó időállósági modellfolyamatokat, annak előírását, hogy hány próbatestet, mikroszkópi preparátumot, mennyi granulátumhalmazt kell előkészíteni.

A szabványok a vizsgálatokat a hatások modellezési elvén válogatták össze: a közettermékre a beépítés során rendeltetésszerűen és esetlegesen jutó hatásokat igyekeztünk egyszerű elméleti modellel vagy a laboratóriumban előállítható modellfolyamattal közelíteni. A modellezéssel nem törekedtünk a valóság teljes ábrázolására, de igyekeztünk a tényleges igénybevételeket olyan módon és mértékben követni, hogy a kapott információ a gyakorlati tapasztalatokkal ki-elégítő módon egyezzek.

A szabványok modellezési rendszere a kőzetalkotó-kötés-kőzetszövet tulajdonságokat általánosítja és így fejezi ki a kőzettani jellemzőket, valamint a tömegeloszlási adatokat /anyagsűrűség, testsűrűség, halmazsűrűség, porozitás, halmazhézagosság, víztartalom/.

Ezen adatok állandóságát a kőzetfizikai állapotok általános szabályozása biztosítja. A kőzetfizikai modellhez igazodik a kőzettani osztályozás szabványa is, amely minden értékelési rendszer alapja.

A próbatestek szilárdsági modellezésénél nem értékelhetjük közvetlenül a kőzetalkotók tönkremeneteli folyamatát: a kőzetalkotók és kötések szilárdsági viszonyának elméletileg fontos elemzése gyakorlati munkálatokhoz nem alkalmas, csak az alakváltozási tulajdonságokból következtethetünk ezekre vissza.

A szilárdsági vizsgálatokhoz a kőzetek valamely törési elméletét kell figyelembe vennünk és egy-egy konkrét szilárdsági igénybevételt ennek speciális eseteként kell kezelnünk. A szabványsor Mohr törési elméletét alkalmazza, ennek eseteiként szabályozza az egyirányú nyomó- és brazil húzóvizsgálatot, valamint a triaxiális vizsgálatokat. A törési határfeltétel numerikus, analitikus vagy grafikus megadása a kőzetszilárdsági értékelés alapja.

Az egyirányú nyomóvizsgálatnál a szabvány kötelezően, a húzó- és triaxiális vizsgálatnál javasoltan írja elő az alakváltozási szűzdiagram felvételét. E diagramok szakaszai és a szakaszok változásai révén a kőzetfizikai jellegre is következtethetünk. A halmazok szilárdságát általánosan alkalmazható törési elmélet hiányában a szokásos módon értékeli a szabvány.

Az időállósági modellhatásokkal /viz, fagy, száraz hőváltás, szulfátos kristályosítás stb./ szembeni ellenállás a szabványokban egy ujonnan bevezetett /Kertész, 1970./ változási tényezővel kerül kifejezésre. A változási tényezőt a kőzet kőzetfizikai modellezése szempontjából mértékadónak ítélt tulaj-



donságokból úgy számítjuk, hogy a tulajdonságra vonatkozó, a modellhatás elszenvedése után meghatározott mutatót viszonyítjuk az eredeti mutatóhoz. Az időállósági vizsgálatok eredménye egy viszonzyszám, mely annál jobban tér el az egységtől, mennél nagyobb a változás. Az időállóság általános megítélésére a több modellhatásra, vagy több tulajdonságra vonatkozó változási jellemzők átlagolhatók,

A szabvány minősítési rendszere nem ismeri sem az egyszerű megfelelő-meg nem felelő osztályozást, sem pedig az értékitéletet is kifejező minőségi /1. - 2. - 3./ osztály fogalmát, hanem olyan minőségjelzést alkalmaz, amely minden mértékadónak tekintett tulajdonságra vagy tulajdonságcsoportra konkrét információt nyújt.

Az információ kifejezi e tulajdonság /pl. szilárdság, fagyállóság/ valamilyen mértékét, vagy mértékközét. Így pl. a szokásos falazókö minőségjelzése tartalmazza

- a kőzettani nevet
- a mállottság fokozatát
- a testsűrűségi kategóriát
- a szilárdsági kategóriát
- és a szilárdság változási tényezőjét 25. fagyciklus hatására.

#### Az értékelés rendje

A szabványsorban a feladatokat egy sajátos értékelési rendszerrel lehet végrehajtani /1. ábra/. A hármas értékelési rendszernek megfelelően a feladat ismeretében termék, - kőzet - vagy ásványvagyonértékelést végezhetünk. Az értékelési folyamat főbb lépései megegyeznek általában a mérnökgeológiai munkálatok feladat-rendszerével /Gálos-Kertész-Kürti, 1974./.

Az 18282 számú szabványok tartalmazzák az egyes feladatoknak megfelelő sajátos, vagy közös lépéseket. A feladat alapján az értékelési rendszer és a kőzettani jelleg szerint vizsgálati tervet kell készíteni a felhasználási cél ismeretében vagy – az újonnan bevezetett "általános kőzetfizikai minősítés" kategóriában. Egyes konkrét vizsgálati terveket a szabvány is tartalmaz, egyéb esetekre a vizsgálati terv készítéséhez irányelveket ad.

A vizsgálati terv alapján megállapítható a vizsgálati minta szükséges mennyisége: a mintavételt ennek megfelelően kell megejteni, figyelemmel a statisztikai /termékértékelés esetén/ vagy földtani mintavételi szabályokra. Ugyanebben a szabványban részletes előírások szabályozzák a vett minták csoportosítását, a próbatestek és próbahalmazok előállítását és a részcsoporthoz tartozó alkotását.

Az így előállított próbatesteken és próbahalmazokon az 18283–18290 szabványok szerint kell a vizsgálatokat elvégezni, legalább a vizsgálati tervben szereplő ismétlési számmal. A vizsgálatokból mértékadó eredményeket kell számítani /ez lehet számtani átlag, grafikus eredmény stb./ az 18282 szabványok előírásai szerint.

A mértékadó eredményeket termékértékelésnél a termékszabványok /18291–18290/ minőségi követelményeivel összehasonlítva, megállapítandó, hogy a termék milyen minőségjelzésnek felel meg /vagy nem felel meg/.

A kőzetértékelést és ásványvagyonértékelést a szabvány "kőzetfizikában, mérnökgeológiában jártas" szakemberre bizza, aki a mértékadó eredmények alapján kőzetfizikai indoklással végzi az értékelést, figyelembevéve a felhasználási célt és a kőzettani adatokat is.

Ennek alapján a termék értékelése mellett

- kereshetjük egy kőzet felhasználási lehetőségeit valamely, vagy több termékfajtában



- kereshetjük a földtani kutatások során nyert mintákkal az ásványvagyonra telepítendő kőbánya termékének felhasználási lehetőségeit
- vizsgálhatjuk egy kőzet, vagy ásványvagyon általános kőzetfizikai tulajdonságait /építőipari célból/.

E szabványos rendszerben minősíthetjük kőzetfizikai szempontból a kőzetet vagy változatait önmagában, vagy egy kiválasztott kőzethez, illetve számított modellkőzetkez viszonyítva.

A szabvány számozási rendszere rugalmas; további szabványokkal bármikor kiegészíthető.

Az új szabványrendszer az eddigi gyakorlatban jól bevált, az értékelés így egyértelműbb lett és lehetőség nyílt a kőzetek gazdaságos felhasználására.

#### A szabványok sora

280	Általános előírások, fogalmak, mértékegységek
281	Kőzettani osztályozás
282	A vizsgálatok rendszere /termékértékeléshez, kőzetértékeléshez, ásványvagyonértékeléshez/
283	Kőzettani vizsgálat
284	Tömegeloszlási vizsgálatok /kőzetfizikai állapotok; sűrűségi jellemzők; víztartalmi jellemzők/
285	Szilárdságvizsgálatok próbahalmazon /egyirányu nyomóvizsgálat; brazil huzóvizsgálat; triaxiális vizsgálat, törési határfeltétel; furómaghasítás; kopási vizsgálat/
286	Energiavezetési vizsgálatok /ultrahangsebesség/
2287	

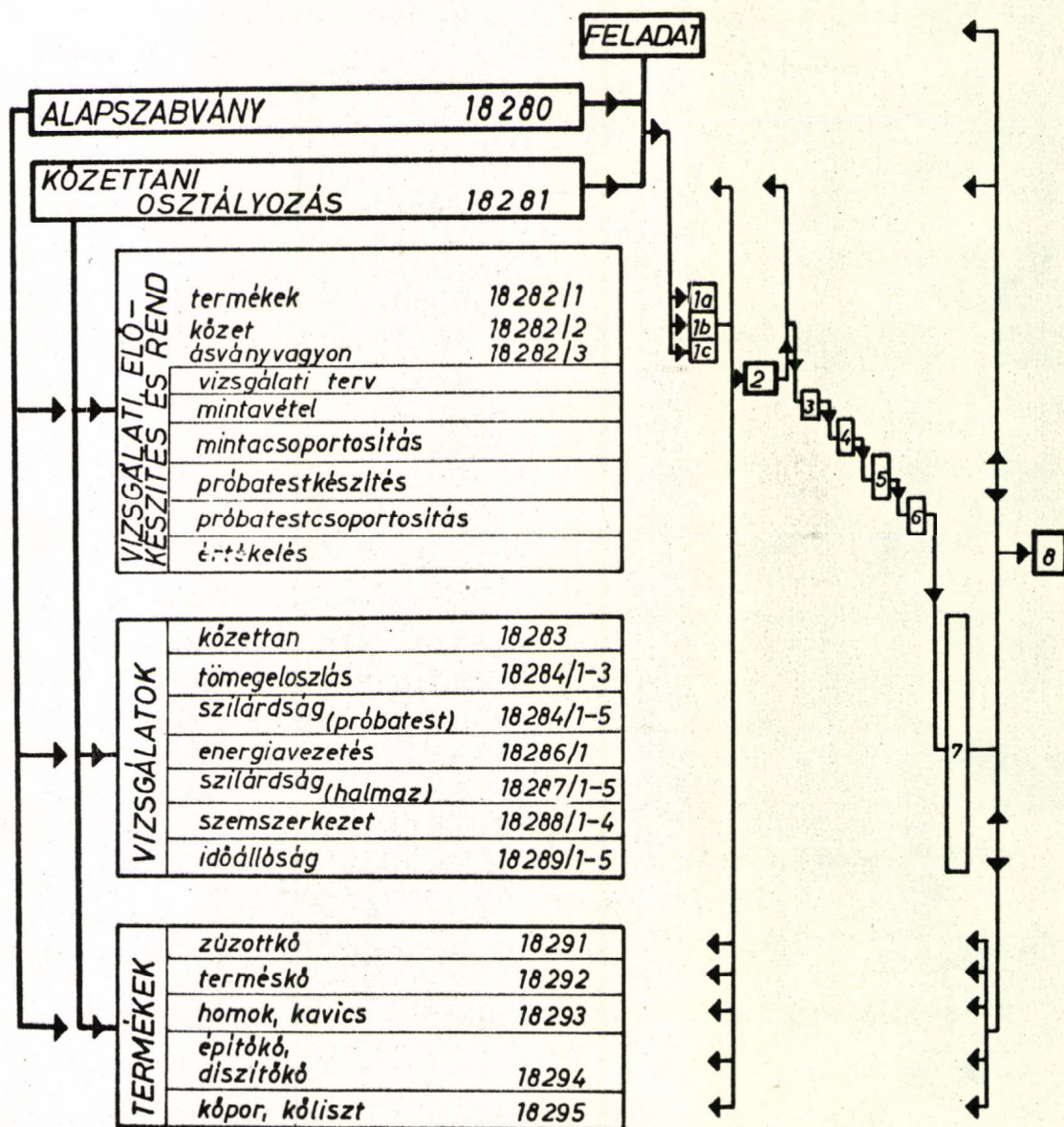
- 287 Szilárdságvizsgálatok próbahalmazon /Los Angeles vizsgálat; Deval vizsgálat; Hummel vizsgálat; szemcsehasító vizsgálat; polirozódási vizsgálat/
- 288 Szemszerkezeti vizsgálatok próbahalmazon /szemmegoszlási vizsgálat; a finomszemek elemzése; szemalakvizsgálatok; vegyi vizsgálatok/
- 289 Időállósági vizsgálatok /az időállóság értékelése; fagyasztási vizsgálat; szulfátos kristályosítás; savállóság; hőtűrési vizsgálatok/
- 291 Zuzottkő
- 292 Terméskő
- 293 Homok, kavics
- 294 Építőkö, diszitőkö
- 295 Kőliszt
- 296 Kőpor

Idézett irodalom:

Kertész, P.: Aspect général de la résistance des roches aux intempéries -  
Materiaux et Constructions, Paris, No. 15, 1970.

Gálos - Kertész - Kürti: General mentality of engineering geological rock  
examinations - 2nd Int. Congr. of the International Association  
of Engineering Geology, VOL. I.-IV. 10, Sao Paulo, 1974.





1. ábra

MÉRNÖKGEOLOGIAI PROBLÉMÁK AZ UTÉPÍTÉSBEN  
MAGYARORSZÁGON

/III. szekció, 38. szám/

Gáspár László<sup>x/</sup>

Környezetvédelmi és gazdasági igények az utépítésben is szükségessé teszik a mérnökgeológiai ismeretek nagyobb mértékű alkalmazását. Ennek érdekében általában a következő célok elérésére törekszünk:

- az utépítés minél kevésbé károsítsa meg a környezetet,
- a töltések a gyenge teherbirású talajon is talajcsere nélkül alapozhatók legyenek,
- a helyi talajok megfelelő válogatásával teherbíró töltéseket gazdaságosan lehessen építeni,
- a javított talajrétegek és a burkolatalapok lehetőleg helyi talajokból, szemcsés anyagokból és egyes ipari melléktermékekből megfelelő technológiával épüljenek, hogy minél kevesebb építőanyagot kelljen távolról a helyszínre szállítani.

Töltésépítés gyenge teherbirású altalajon

Az utak korszerű vonalvezetése egyre gyakrabban szükségessé teszi gyenge teherbirású tereprészek átszelését. /A csuszásra veszélyes terepet továbbra is igyekszünk elkerülni, ezekre mérnökgeológiai térképek hívják fel a figyelmet. /

---

<sup>x/</sup> KÖTUKI



A gyenge teherbírást nedves kötött talajok vagy erősen szerves - rendszertől tőzeges - nedves talajok okozzák. Ilyen terepen a töltések korábban teljes, vagy részleges talajcserével, esetleg tőzegrobbantással épültek.

Mintegy tíz éve a figyelem a talajcsere nélküli töltésépítés különböző módszereire irányult. Ilyenkor természetesen számolni kell a puha altalaj, vagy a tőzeg jelentős összenyomódásával.

Vastag összenyomható réteg esetében a töltés megfelelő kialakításával és az építés elnyújtott ütemezésével el lehet kerülni a talajtörést. A terhelés elosztása és a víztelenítés biztosítása céljából a terepre vastagabb szemcsés réteget terítünk. A magasabb töltéseket több ütemben építjük, kivárva a konszolidációs görbe ellaposodását.

A 7. autópálya például a Balaton déli partján két völgy keresztezésekor 8-13 m magas töltésen vezet. Az összenyomható szerves rétegek vastagsága 3,5-4,5 m. A töltések padkával /70 m-ig terjedő talpszélességgel/ két év alatt /1968-1970/ több részletben épültek. Az összes süllyedés helyenként megközelítette a 100 cm-t. A betonburkolat a töltésépítést követő egy éven belül épült meg és ma is jól áll.

Ha állandóan nedves agyagra kellett pályaszerkezetet építeni, akkor eredményesen alkalmaztuk a következő megoldást. A nedves agyag felső rétegének meszes kezelése után arra telepen kevert cementstabilizációt, majd soványbeton-alapot helyeztünk. Erre a három merev rétegre már ráépíthető volt az aszfaltburkolat. Így épült a 44. sz. főút árvédelmi töltés mellett vezető határmenti szakasza.

A vastag tőzeges rétegeken a fejlődés következő fokozatát a nem szőtt műanyag textília közbehelyezése jelentette. Ezt az eljárást Franciaországban 1969-ben kísérletezték ki. A francia BIDIM textiliával 1972. tavaszán kísérleti szakaszt

építettünk. A kedvező tapasztalatok alapján az első építésre 1973-ban a 71. sz. főút 1,1 km hosszú korrekciójában, a Balaton északi partján került sor. A 3,5-4,0 m magas töltés 1,6-4,6 m vastag tőzegrre épült. A tőzeg víztartalma 250-760 %, összenyomódási modulusa pedig  $6-11 \text{ kp/cm}^2$ . Áprilisban  $40.000 \text{ m}^2$  BIDIM U-35 / $300 \text{ g/m}^2$  súlyu/ textiliát helyeztek el. A töltés alsó 1,2 m magas része vízáteresztő homokos kavicsból, a többi sovány agyagból épült. A süllyedés 80-85 %-a a töltésépítés során, a fennmaradó rész pedig két hónap múlva következett be. A legnagyobb süllyedések elérték a 100 cm-t.

A süllyedés mérése céljából a terepre beszintezett acéllemezeket helyeztek el. A töltésépítés során ezek helyzetét időközönként ráfurással mérték meg. Ujabban francia és svéd süllyedésmérőműszereket alkalmazunk.

A BIDIM-et sikerrel alkalmaztuk 1974-ben a 74. és 64. sz. főutak összenyomható altalaju korrekcióiban.

Az egyik mezőgazdasági bekötőúton 1973-ban átlag 1,0 m vastag nagyon nedves agyag kicserélését dán FIBERTEX / $150 \text{ g/m}^2$ / közbehelyezésével gazdaságosan el lehetett kerülni.

Az osztrák LINZ PP-VLIES TS-400 textiliát 1973 őszén a Hanság 0,8-1,2 m vastag tőzegrétegén próbáltuk ki. Kb. 30 cm vastag homokos kavicsréteg betömörítése után meg lehetett építeni az erdőgazdasági ut pályaszerkezetét.

Azóta több ut- és vasutépítésnél sikerrel alkalmaztunk külföldi, ujabban pedig hazai textiliákat. Egyik legujabb eset a Budapest déli szélén épülő autóbusz forgalmi telep. Itt a terep  $60 \text{ ezer m}^2$ -en vizállásos nádas, mocsaras. Magyar termékek elhelyezésével a talajcsere gazdaságosan elkerülhetővé vált, a kivitelezés pedig jelentősen meggyorsult.



Itt említhető meg a töltéseknek könnyebb anyagból való építési lehetősége. A porszéntüzelésű hőerőművek közelében, rendszerint a zagytereken nagy mennyiségű pernye halmozódik fel. Ebből teherbíró, de ugyanakkor legfeljebb  $1,3 \text{ MP/m}^3$  testsűrűségű töltés építhető, amely alatt a puha altalaj összenyomódása lényegesen kisebb, mint a földtöltések esetében. A pernyetöltések építése során azonban alul megfelelő vízelvezetésről kell gondoskodni, a töltés rézsűjét és koronáját pedig erózióval szemben a pernye meszes kezelésével /vagy a rézsük esetében gyepréteg kialakításával/ meg kell védeni.

#### Teherbíró töltések gazdaságos építése

Az utak és autópályák tartósan jó állapotának egyik legfontosabb feltétele a ke-  
lően teherbíró földmű /tömörített bevágás és töltés/. A földmű teherbírása a pályaszerkezet méretezésének egyik leglényegesebb paramétere. A jó teherbírás biztosítását tehát jelentős műszaki és gazdasági érdekek indokolják.

A hajlékony pályaszerkezetek magyar méretezési utasítása szerint a földmű tervezési teherbírását a felső 50 cm vastag rétegének fizikai tulajdonságai és elnedvesedési lehetőségei határozzák meg. Részletesen megvizsgáljuk ezért a bevágások és anyagnyerőhelyek talajfajtáit és rétegeződését. A pontos feltáráshoz mérnökgeológiai módszereket is alkalmazunk. Az eredmények alapján talajválogatási tervet készítünk. Gyakori eset, hogy homok töltésépítési célra is rendelkezésre áll. Ilyenkor azt főleg esős időben építjük be, amikor kötött talajokból nem lehet jó minőségű töltést készíteni. Kedvező a szendvics-szerű - váltakozóan homok- és agyagrétegből álló - töltések teherbírása is. Ha a talajrétegeződés és a földmunkagép-park lehetővé teszi, akkor a földmű legfelső részét a legkedvezőbb tulajdonságú talajfajtából építjük. A méretezési utasítás szerint a kötött talajok teherbírása:  $\text{CBR} = 5-7 \%$ , ill.  $E_2 = 300-400 \text{ kp/cm}^2$ , a homokok és más szemcsés anyagoké pedig:  $\text{CBR} = 11-13 \%$ , ill.  $E_2 = 550-600 \text{ kp/cm}^2$ . Az utóbbiakon mintegy 25 %-kal vékonyabb pályaszerkezet is megfelel.

A szemcsés anyagok akkor fagyállóak, ha legfeljebb 10 % 0,02 mm alatti és legfeljebb 25 % 0,1 mm alatti frakciót is tartalmaznak.

Az az utépités legkritikusabb időszaka, amely a földmű befejezése és az alsó alapréteg megépítése között telik el. Nagyobb ut- és az autópálya-építésknél ez gyakran több hetet vagy hónapot jelent. A kész földmű legtöbbször a további szakaszok földmunkáihoz és a pályaszerkezet építéséhez szükséges anyagok szállítópályájaként is szolgál. A tartós eső azonban a vízérzékeny talajokat hosszabb időre elnedvesíti: az uttűkör teherbirása lecsökken. Ilyenkor a nagyértékű építőgépek teljesítménykiesése súlyos veszteséget okoz.

Mindezek a hátrányok arra ösztönöznék minkat, hogy főleg az autópályák és a főutak földműveire javított talajréteget helyezzünk. Ennek műszaki és gazdasági funkciói a következőkben foglalhatók össze:

- a. / Átmenetet képez a földmű és a pályaszerkezet között. Így a földmű teherbirása hosszabb utszakason egyenletes lesz, következésképpen a pályaszerkezet felépítését nem kell változtatni. A javított talajréteg vastagsága /és részben az anyaga is/ a rövidebb szakaszok eltérő teherbirásának megfelelően változik.
- b. / A javított talajréteg víz- és fagyálló, ezért a pályaszerkezeten tél végén nem keletkeznek súlyos olvadási károk és a magas talajvizű, fagyveszélyes talaju földműveken elmarad a külön fagyvédőréteg beépítése.
- c. / Az időjárási viszonyoktól függetlenül lehetővé teszi a folyamatos anyagszállítást és utépitést. A nehéz építési forgalom a földmű esetleges hiányosságait teljes biztonsággal felfedi, így azokat időben ki tudjuk javítani.



d. / A nagyobb teherbírásu uttűkrön kedvezőek a feltételek az alsó alapréteg jó minőségben való megépítésére /tömörítésére/.

### A javított talajréteg és alapréteg készítése

Gazdasági megfontolásokból a javított talajréteget és az alsó alapréteget a helyszínen vagy a közelben található talajokból, építési anyagokból vagy ipari melléktermékekből állítjuk elő.

Előnyös, ha megfelelő minőségű és szemeloszlású szemcsés anyag áll rendelkezésre, amelyből mechanikai stabilizációt készítünk.

Ilyen anyagok: a kissé iszapos homokos kavicsok és kőbányameddők, továbbá a különböző kőzetek murváit, valamint a kohó- és kazánsalakok. A beépítés a földnedves anyag elterítéséből és tömörítéséből áll. Nem teljesen egyenletes anyagminőség esetében az összetételi hibákat a forgalom az első napokban felfedi. A hibás részeken a hiányzó finom vagy durva frakciót pótoljuk.

A már bejáródott réteget bitumenemulzióval, vagy hígított bitumennel lezárjuk. - A 7 autópálya hosszú szakaszain például a közeli aplitmurvát, majd mészkőbánya-meddőt tudtuk így eredményesen hasznosítani.

Földutjainkat - karbahelyezésük után - mechanikai stabilizációval gazdaságosan javítjuk meg.

A mechanikailag nem stabil homokokból 50-70 cm vastag réteget építünk be és annak felső 13-16 cm-es részét cementtel vagy más kötőanyaggal kezeljük, ill. stabilizáljuk. A cementtel stabilizált próbahengerek kéthetes nyomószi-lárdsága  $25-30 \text{ kp/cm}^2$ . A hazai gyártmányú talajstabilizáció célgépcsoportunk a következő részekből áll: cementelosztó berendezés 90 lóerős trak-

torral üzemeltetett talajmarók, továbbá vibrótömörítők és gumiabroncsok henger. Jó szervezéssel naponta 1500-2000 m<sup>2</sup> felületet tudunk stabilizálni. A kissé porózus stabilizáció felületét higitott bitumennel vagy bitumenemulzióval lezárjuk, így a vizes utókezelés elmarad és a következő bitumenes réteg is jobban tapad.

A 4. sz. főút egyik 12 km-es új szakaszán például az agyag földműre 65 cm vastag homokréteget szállítottunk be és annak a felső 15 cm-es részét cementtel stabilizáltuk. Így módon a pályaszerkezet alapja 20 cm-re vékonyabb lehetett, mint a helyi agyag esetében.

Az ország felületének mintegy 20 %-át borító nagyon egyenletes szemű futó homok cementigénye viszonylag nagy /10-12 %/. Ezt a cementadagolást 15-25 % iszap, pernye vagy mészsizap hozzákeverésével rendszerint felére tudjuk mérsékelni. Kísérleteink szerint a finom homok pernye, illetve őrlött granulált kohósalak és kevés mészsizap adagolásával is kedvezően stabilizálható.

A finom homoktalaju vidékeinken a földmű felső 13-16 cm vastag rétegét eredményesen stabilizáltuk 4-5 % higitott bitumen és 2 % mészhidrát vagy cement együttes hozzáadásával. A 20°C-on mért Marshall-stabilitás min. 200 kp/a vízben tárolt mintáknál pedig legalább 100 kp/.

Az iszaptalajokat /Ip = 8-15 %/ rendszerint cementtel stabilizáljuk. Az eolokus és infúziós lösztalajok cementigénye nagyon kedvező /5-6 %/. A stabilizálást a talajmarós gépcsoportunk végzi. - Az 1. sz. félautópálya új szakaszán például a helyi kötött talajt helyszíni keveréssel stabilizáltuk. Ezt követően finisher építette rá a gépben kevert kavicsos cementstabilizációt. A kisebb forgalmu utjainkon a cementtel stabilizált talajra bitumenes lezárás után közvetlenül ráhelyezzük az aszfaltburkolatot.



A soványbeton-alapokat ujabban cement helyett pernye vagy őrölt granulált kohósalak és mész kötőanyaggal is készítjük. Kidolgoztuk mindkét anyag technológiájának az ideiglenes műszaki irányelveit. Szemcsés anyagként megfelelnek továbbá egyes kő- és kavicsbányáink 0,20 mm-es meddői és az osztályozott dolomitmurvák.

Ilyen esetekben jelentős az anyag- és energiatakarékosság, továbbá a környezetszennyezés csökkenése, mert egyidejűleg két ipari mellékterméket tudunk hasznosítani. További nagy előnyük ezeknek az alapoknak a lassu kötés. Ez megkönnyíti a keverék gyártását és beépítését. A betömörített friss alaphól nem kell az építési forgalmat elterelni, mint a cement kötőanyagú alapokról. A keskeny pályaszerkezetek kiszélesítése és a nagyon gyenge pályaszerkezetek megerősítése is forgalom alatt végezhető. A több éves kísérleti utszakaszaink tapasztalatai kedvezőek.

Kísérleteket végzünk a kötött talajok pernyés-meszes stabilizálására.

A nedves agyagtalajokat meszes kezeléssel javítjuk meg és tesszük vízzel szemben érzéketlenné. A nem meszes anyagok különösen kedvezően reagálnak a mészre: kedvező esetben már 2 % méshidrát hozzáadásával 10-12 %-kal megnő az agyag legkedvezőbb tömörítési /Proctor/ víztartalma. Utólag elnedvesedett kötött talajok és agyagos szemcsés anyagok gyors megjavítására eredményesen alkalmazzuk ezt az eljárást például a 4. és a 14. sz. főúton.

Kísérleteket végeztünk a kötött talajok vegyszeres kezelésére is. Ez az eljárás különösen akkor gazdaságos, ha kötött talajt kellene kiemelni és helyette szemcsés anyagot beépíteni, vagy a környéken egyáltalán nincs szemcsés anyagot beépíteni, vagy a környéken egyáltalán nincs szemcsés anyag. A kísérleti szakaszok építése során az amerikai RRP /Reynolds Road Packer/ 235 vegyszerből 5-7 kg/100 m<sup>2</sup> mennyiséget erős higitásban permeteztünk ki, majd 20-30 mm eső vagy öntözés után a földnedves talajt legalább 95 %-os tö-

mörségi fokig tömörítettük. Kedvezőtlen időjárási viszonyok miatt a kivitelezés ideje több esetben nagyon meghosszabodott. - Ezzel az eljárással például Budapesten az egyik kísérleti utszakason 47 cm vastag talajcserét el tudtunk kerülni. Vidéken az egyik hosszabb mezőgazdasági uton a fagyvédőréteget és a zuzottkőalapot a helyi talaj kezelésével eredményesen helyettesíteni tudtunk. Több kísérleti szakaszon - részben technológiai fegyelmezetlenség miatt - az eredmények nem mindig voltak kielégítőek.

Jelenleg laboratóriumi kísérletsorozatokat folytatunk az NSZK-gyártmányu - hatékonyabb és olcsóbb - CBV /Chemische Bodenverbesserung/ vegyszerrel.

Megvizsgáljuk egyrészt a talajok hatóanyag-feltevőképességét, másrészt pedig a kezelt talajok folyási és plasztikus-határát, továbbá tömörítési /Proctor-/ adatait és a víz hatásának kitett mintahengerek CBR-értékét. Ezek alapján a talajmintákat a vegyszeres kezelés eredményessége szempontjából minősíteni tudjuk. Egyik kötött talaj esetében például a kezelt talaj esetében például a kezelt talaj CBR-értéke 20-25 % volt szemben a kezeletlen 3-4 %-os értékével. Egy másik talajnál viszont a vegyszeres kezelés nem járt eredménnyel. Előzetes laboratóriumi vizsgálatokkal és a kivitelezési előírások pontos megtartásával a sikertelen talajkezeléseket így el lehet kerülni.

#### A teherbírás ellenőrzése

A méretezési utasításunk előírja, hogy a földmű teherbírását a legalsó pályaszerkezeti réteg építésének megkezdése előtt részletesen ellenőrizni kell. Ha a méretezés során feltételezett teherbírás nincs meg, akkor az építést csak ahiányok megszüntetése után szabad megkezdeni.



A javított talajrétegek - nagy építési forgalom elviselése után - az ilyen hiányok valószínűségét a minimumra csökkentik. Gyakori, hogy a javított talajrétegen tartósan nagyobb a teherbírás, mint a tervezet érték. Ilyenkor a pályaszerkezetek vastagságát tényleges teherbírásának megfelelően jelentősen csökkenteni lehet. Ezáltal tovább növelhető az építés gazdaságossága.

A kötőanyag javított talajrétegek teherbírását könnyen és gyorsan ellenőrizzük a nálunk 1954 óta általánosan bevezetett behajlásméréssel. Négy éve erre a célra egy francia rendszerű Lacroix-deflektográf mérőkocsi is rendelkezésünkre áll. A kötőanyag nélküli rétegeken a teherbírást tárcsás vizsgálattal, vagy tárcsás behajlásméréssel ellenőrizzük.

A kötőanyag nélküli uttükrök teherbírását általában csak a hosszadalmasabb tárcsás vizsgálattal mérjük /a dinamikus ejtőműszer még nem terjedt általánosan el/. A szerző a tárcsás vizsgálat és a behajlásmérés egyesítéséből kidolgozta a tárcsás behajlásmérést. Az 50 cm átmérőjű merev acéltárcsához ferde lapolással fel- és lejárólemez csatlakozik. Ezeket elhelyezzük a jól elegyengetett földműre. A feljáró lemezen át a tárcsára hajt egy kb. 3 Mp keréknyomású tehergépkocsi egyik ikerabroncsos kereke. Az ismert behajlásmérő elhelyezése és a kocsi lehajtása után megmérjük a tárcsa alatti rugalmas alakváltozást: a tárcsás behajlást. Ez az érték fordítva arányos a teherbírással. Méretezési utasításunk a földmű teherbírásának ellenőrzésére a tárcsás behajlás felső határait is előírja /pl.  $E_2 = 300 \text{ kp/cm}^2$  modulusnak megfelel 2,4 mm,  $600 \text{ kp/cm}^2$ -nak 1,3 mm/. Az 5-6 perc alatt elvégezhető méréssel megnövelhető az ellenőrzések száma, ill. jelentősen csökkenthető a mérés időtartama.

### Összefoglalás

Időszerű a mérnökgeológiai ismeretek alkalmazása az utépitésben. A gyenge teherbírásu altaljon a töltéseket talajcsere nélkül alapozzuk. Nagyon összenyomható, nedves altalajon 1972. óta eredményesen alkalmazzuk a műanyag-textil-ákra történő töltés alapozást. A töltéseket talajválogatással építjük.

Műszaki, gazdasági és munkaszervezési indokok miatt a nagyobb utépítések földműveinek legfelső rétegét rendszerint megjavítjuk. - Ha a környéken megfelelő minőségű szemcsés anyag /kissé iszapos homokos kavics, kőbányameddő vagy murva/ gazdaságosan beszerezhető, akkor mechanikai stabilizációt készítünk. - A finom homokokat - talajmarós célgépcsoportunkkal - cementtel vagy higitott bitumennel stabilizáljuk. Az iszaptalajokat szintén cementtel stabilizáljuk. Bevezettük a pernye, ill. örölt granulált kohósalak és mészkötőanyagú soványbeton-alapokat. Kísérleteket végzünk a homokok és iszapok pernyés stabilizálására. - A nedves agyagokat meszes kezeléssel javítjuk meg. Kísérleti szakaszokat építettünk a kötött talajok vegyszeres kezelésére. - A pályaszerkezetet a földmű tényleges teherbírására méretezzük. A javított talajrétegen a teherbírást - a közismert tárcsás vizsgálat és behajlás mellett - a szerző által kidolgozott tárcsás behajlásméréssel is részletes ellenőrizzük.





ALAGUTFALAZAT IGÉNYBEVÉTELÉNEK MEGHATÁROZÁSA  
KINEMATIKAI UTON A KÖZETFIZIKAI VIZSGÁLATOK  
EREDMÉNYEINEK FELHASZNÁLÁSÁVAL

/III. szekció, 38. szám/

Gálos Miklós<sup>x/</sup>

Alagutfalazatok méretezése minden esetben körültekintő előkészítő munkát igényel.

A tervezés mérnökgeológiai előkészítése a funkcionális igényeket gazdaságosan kielégítő szelvény meghatározásának első lépését jelenti.

Ez a tevékenység gyakorlati és elméleti részből tevődik össze, mivel ennek során kell egy sor nyitott kérdésre választ adni.

Az alagut létesítése következtében a korábban kialakult egyensúlyi állapot megbomlik és kőzetmozgások, deformációk jönnek létre, melyek lefolyása, intenzitása és jellege függ a

geológiai feltételektől

a szelvény térbeli elhelyezkedésétől

a szelvény alakjától

a kihajtás módjától

a biztosítás rendszerétől és anyagától

az építés módjától.

Belátható, hogy a feladat jól csak egységes mérnökgeológiai szemlélettel oldható meg. A méretezési munkát megalapozó elméletek egy sor anyagjellemző értékét igénylik, de alapvetően a műtárgy a hely természeti adottságainak

---

<sup>x/</sup> Budapesti Műszaki Egyetem  
Ásvány-Földtan Tanszéke



függvénye, így tehát a helyszini mérnökgeológiai vizsgálatok, valamint a laboratóriumi kőzetfizikai vizsgálatok azonos értékűek és elengedhetetlenek. Minden a lagut létesítése egyedi és ebben a vonatkozásban nem megismétlődő feladat, mely csak bizonyos mértékben általánosítható.

Érdekes mérnökgeológiai feladat a kis mélységben vezetett, tehát kis takarású alagutak létesítése. Ebben az esetben az általánosan használt homogén, tömör, végtelen féltérként idealizált kőzetköpeny feltételezése kiegészítésre szorul.

Az alagut létesítésének következtében fellépő alakváltozások és elmozdulások a kőzetköpenyben bizonyos időn keresztül változnak. Ezért a kőzethalmozott időfüggő u. n. reológiai közegként kell kezelni.

A földkéreg egy zónájának állapotát - mielőtt abban alagutat létesítenénk és így jelentős változásokat hoznánk létre - primér állapotnak nevezzük. A vizsgált zónát kiöltő kőzetek nyugalomban vannak, a feszültségmező az idővel nem változik, jellemzői csak a helykoordináták függvényei. Kialakulását a kéreg mozgásainak és a különböző geológiai hatásoknak köszönheti. Természetesen magába foglalja a kőzetek önsúly hatására létrejövő tömörödését is. A primér állapotban kialakuló feszültségeloszlás csak olyan lehet, melyet a kőzetanyag triaxiális igénybevételét figyelembe véve, teherbírásának határán még elviselni képes.

Az alagut létesítése az anyagi pontok mozgásának lehetőségét teremti meg. A fellépő mozgások feszültségmodosulással járnak. A modosult feszültségmezőt szekunder feszültségmezőnek nevezzük. Ez már nemcsak a hely, hanem az időnek is függvénye. A  $t=0$  időpillanatban az elmozdulások és deformációk zérus értékűek, tehát a szekunder alakváltozási és elmozdulási állapot megegyezik a primérrel.

Ha az alagutat falazattal biztosítjuk, úgy a közvetlen kőzetkörnyezetbe olyan teherviselő szerkezetet építünk be, mely a mozgásokat és deformációkat módosítja. A falazat éaktívan visszahat a kőzetzónára, mivel a kőzet és a falazat együttműködő kettős rendszert alkot. Az így kialakuló feszültségmezőt nevezzük tercier feszültségmezőnek. A kőzet és biztosítás kettős rendszerén belül mind a kőzet, mind a biztosítószerkezet teherviselő. Az együttműködési együttható azt a mértéket mutatja, amilyen mértékben a falazat részt vállal az egyensúlyozásban. Ez az arány a primér mező rugalmas állandóinak és a falazat merevségének /rugalmas állandóinak és mértékének/ függvénye.

A kis mélységekben vezetett alagutaknál az üregnyitás után viszonylag gyorsan lejátszódik a feszültségátrendeződés és így ebben az esetben a tercier feszültségállapot nem egyértelmű, a feszültségátrendeződéssel egyéb hatások is megjelennek.

A takarás vastagságának hatása mellett döntő szerepe van a tagoltságnak, valamint a felszíni hatásoknak. Feltételezhetjük, hogy a kőzetösszlet önsúlyából származó alakváltozás közvetlenül az üregnyitás után lejátszódik. A falazat beépítésével egy látszólagos tercier feszültségmező alakul csak ki, ami abból adódik, hogy a tagoltság szerepe megnövekedett. Azok a kisebb-nagyobb kőzettömbök, melyek elvesztették megtámasztásukat, az önsúlyból adódó alakváltozást messze meghaladó alakváltozásukkal és elmozdulásukkal veszik igénybe a falazatot.

Mind a deformációs- és elmozdulásmező, mind az ezekkel meghatározható feszültségmező, valamint az alagutfalazat merevségének megadása anyagvizsgálatokra kell hogy épüljön.

Ezek közül az utóbbiak meghatározása jelenti az egyszerűbb feladatot, mivel a beépíteni kívánt alagutfalazat anyagjellemzői a tervezés során megválaszthatók.

Az alagutat körülvevő kőzetköpeny anyagjellemzői a célnak megfelelően részben mérnökgeológiai vizsgálatokkal, részben laboratóriumi kőzetfizikai kísérletekkel határozhatók meg.



Az anyagvizsgálatok körét természetesen befolyásolja az alagutfalazat méretezésére választott méretezési eljárás is. Az u. n. rugalmas talajrács módszer az igénybevételek és az elmozdulások meghatározására a legáltalánosabban alkalmas /Müller 1975./ . Elektronikus számítógéppel gyorsan elvégezhető kielégíti mindazokat a feltételeket, melyeket a kis takarás és a tagoltság figyelembevétele megkövetel.

A falazatot rudpoligonnal modellezve annak minden töréspontját inga oszlopokkal megfogottnak tételezzük fel. Az inga oszlopon egy "s" hosszúságu és  $F_{ts}$  keresztmetszeti területű  $E_t$  rugalmassági modulusu rudat értünk, mely két végén csuklós megtámasztásu. A terhelés hatására mozgásmódszerrel meghatározzuk a rudszerkezet igénybevételeit és elmozdulásait. Így egy statisztikailag határozatlan és kinematikailag határozott rudszerkezetet modelleztünk, melyben a sok lehetséges elmozdulás rendszer közül egy olyant hozunk létre, amelyik azokból az igénybevételekből is létrejön amikor a szerkezet csomópontjai és rudjai egyensúlyban vannak. A statikai modellben a megoldás során csak nyomott oszlop maradhat. Ez elérhető úgy, hogy a rudak merevségi jellemzőit a program ismételt futtatásakor változtatjuk. A tagoltság a statikai modell megválasztásakor vehető figyelembe a rudpoligon kiosztásával, valamint az inga oszlopok merevségi jellemzőivel, illetve a rudhosszakkal.

Jól példázza a fent mondottakat az a dolomitösszletben létesített vasuti alagut, melynél a takarás 10 és 50 m között volt.

A mérnökgeológiai megfigyeléseket a földtani környezet, valamint a felszínen végzett mérések vezették be. Ezek kiterjedtek a

kőzetek minőségére  
kőzetek tagoltságára és településére  
szerkezeti /tektonikai/ viszonyokra.

A geofizikai mérések geoelektromos szondázással készültek, melyek szerint a földtani felépítés kedvező. Csupán az alagut bejáratí szakaszán mutattak ki töredezését és lazább szövetet.

Az alagut teljes szelvényének, valamint a szelvény alatti kőzettest minőségi meghatározása a fejtáróban végzett vizsgálatok, illetve az onnan kikertült kőzetanyagon végzett vizsgálatok eredménye volt.

A dolomit kőzettanilag az alagut hosszában nem volt egységes. Ezért a feltárás, valamint a takarás vastagságának függvényében négy idealizált egységet kellett képezni.

- a./ Tömött szövetű, sárgásfehér dolomit. Uralkodóan középszemű, melyben igen finom szemcseméretű dolomitból álló gócek jelennek meg a kőzetet hajszálvékony repedések járják át. Az átlag szemcseméret  $160\ \mu\text{m}$ .  $\text{CaCO}_3$  tartalma 57,3 %,  $\text{MgCO}_3$  tartalma 38,9 %.
- b./ Sárgásfehér, durva kristályos laza szövetű dolomit. Kézzel morzsolható, az üregekben jól fejlett dolomitkristályok vannak. A szemcsék egymáshoz kapcsolódása igen laza. A szemcsék átlagmérete  $400\ \mu\text{m}$ .  $\text{CaCO}_3$  tartalma 59,3 %,  $\text{MgCO}_3$  tartalma 40,5 %.
- c./ Vöröses dolomit, melyben hajszálvékony repedések találhatók. A durvább részek mellett igen finom kristályos foltok is megfigyelhetők, a repedések mentén limonitkiválás látható. Az átlag szemcseméret  $160\ \mu\text{m}$ .  $\text{CaCO}_3$  tartalma 51,0 %,  $\text{MgCO}_3$  tartalma 34,4 %.
- d./ Szürkés dolomit sárgásfehér foltokkal. Erősen repedezett, néhol sejtetes. A közepes szemnagyságú kristályokból áll, csaknem minden szemcsén jól látható a rombcéder szerinti hasadás. Az átlagos szemnagyság  $150\ \mu\text{m}$ .  $\text{CaCO}_3$  tartalma 58,2 %,  $\text{MgCO}_3$  tartalma 36,8 %.



A mértékadó takarás vastagsága, valamint az idealizált egység reprezentáló hossza:

tipus	takarás /m/	$H_1$ /m/
a	20	100
b	40	50
c	50	160
d	10	150

A vizsgált dolomitösszletben a tagoltság a tektonikai hatások következtében alakult ki. A tagoló felületek jó közelítéssel síkok voltak, melyek dölési adatait dölésrőzsában ábrázoltuk /1. ábra/

Az adott esetben jól látható, hogy a tagoló felületek két jellegzetesen elkülönülő mezőbe estek.

Vizsgálataink azt bizonyították, hogy a tagoltsági rendszer homogén és így a térfogategységbe eső tagoló felületek mérőszáma helyettesíthető a látható felületen mérhető tagoltsági nyomvonalak hosszával  $m/m^2$  mértékegységben.

A  $H_1 = 160$  m reprezentáló hosszal felvett "C" típusu vöröses dolomitnál a tagoltság köbméterenként  $300 m^2$  tagoló felülettel volt figyelembe vehető. Az ilyen mértékben tagoltsággal átjárt kőzet már elveszti összeálló jellegét, amit a számítási eljárásnál figyelembe is vettünk.

A laboratóriumi kőzetfizikai vizsgálatokat az érvényben levő szabványos előírások szerint végeztük.

A térfogatsúly és a víztelítés mint alapvizsgálat szerepelt abban a vizsgálat-sorban, mellyel első sorban a mintacsoportok szilárdsági jellemzőit kívántuk meghatározni.

Az egyirányú nyomószilárdsági vizsgálatokat alakváltozási vizsgálattal kiegészítetten végeztük mind légszáraz, mind vízzel telített állapotban. Az alakváltozási görbét a szabvány szerinti állandó feszültségnövekedési sebességgel ---  $\dot{\epsilon} = \text{const}$  --- vettük fel. Értéke --- 0 volt és az így meghatározott görbehajlásszög rugalmassági modulusként  $/E/$  volt kezelhető. /2. ábra/

A húzószilárdsági határértékeket hengeres probatestek alkotó irányú nyomóvizsgálatával /u. n. Brazil vizsgálat/ határoztuk meg.

Számoltuk a Brinke féle számot és a nyírószilárdsági határértéket a törési határgörbe Mohr-féle felvétele szerint. A kritikus szakaszon a határgörbe hiperbola-szárnynak lineáris közelítését használtuk /3. ábra/.

A vizsgálatok eredményei biztosították a terhelésfelvételhez, valamint az ismertetett statikai modell felvételéhez szükséges alapadatokat.

Az "a" "b" és "d" típusú dolomitban a rudpoligon a takarás vastagságának függvényében a légszáraz ill. a vízzel telített probatesten meghatározott rugalmassági modulus  $/E/$  használtuk  $E_t$  helyettesítő rugalmassági modulusként.

Az  $F_{ts}$  keresztmetszeti területet a tagoltság figyelembevételével vettük fel. Az "s" hossz meghatározásánál a dőlésirány változást vettük figyelembe.

A "c" típusú dolomitnál a helyettesítő rudpoligont a passzív terhelésű szakaszon a Winkler-féle ágyazási tényezővel modelleztük, a dőlésiránynak megfelelően asszimmetrikus aktív terhelésfelvétellel.

A méretezési munka a számítógépi program futtatása után a falazat vastagságának meghatározását jelentette. Az így méretezett műtárgy a műszaki és gazdasági feltételeknek a kor technikai színvonalán magas fokon felel meg.



A tanulmányban megfogalmazott általános érvényű fejtegetéseket a konkrét építési példa úgy egészíti ki, hogy felhívja a figyelmet a mérnökgeológiai sajátosságokra és azokra a módszerekre, melyekkel az adott feladat speciális kérdései figyelembe vehetők és megoldhatók.

### Összefoglaló

A tanulmány kis mélységben vezetett tagolt kőzetösszletben létesített alagút mérnökgeológiai problémakörét tárgyalja.

Általános érvényűen összefoglalja a primer, szekunder és terciér feszültségállapot jellemzőit és azokat a tényezőket, melyeket a feszültségállapot felvételénél, valamint a feszültségállapot alapján számított igénybevételeknél /terheléseknél/ figyelembe kell venni.

A szilárdsági, alakváltozási és funkcionális igényeket gazdaságosan kielégítő alagút tervezése alapos mérnökgeológiai előkészítő és laboratóriumi vizsgálati munkát igényel. Ezek eredményezik azokat a tényezőket és anyagjellemzőket, melyek a feszültségállapot egyértelmű tisztázását biztosítják.

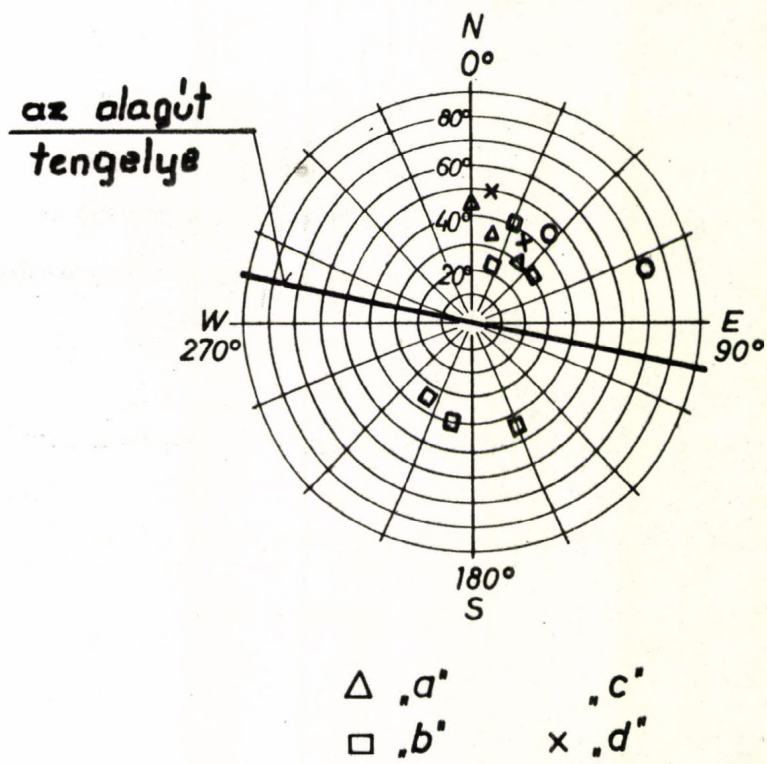
A méretezési munka olyan számítási eljárásra épül, mely a valóságot jól követi a területi feltételeket a hatásoknak megfelelően veszi számításba.

A tanulmány dolomittömegben létesített kis takarású alagút példájával mutatja be, hogy a különböző mérnökgeológiai és laboratóriumi vizsgálatok hogyan illeszthetők be a konkrét méretezési feladatba.

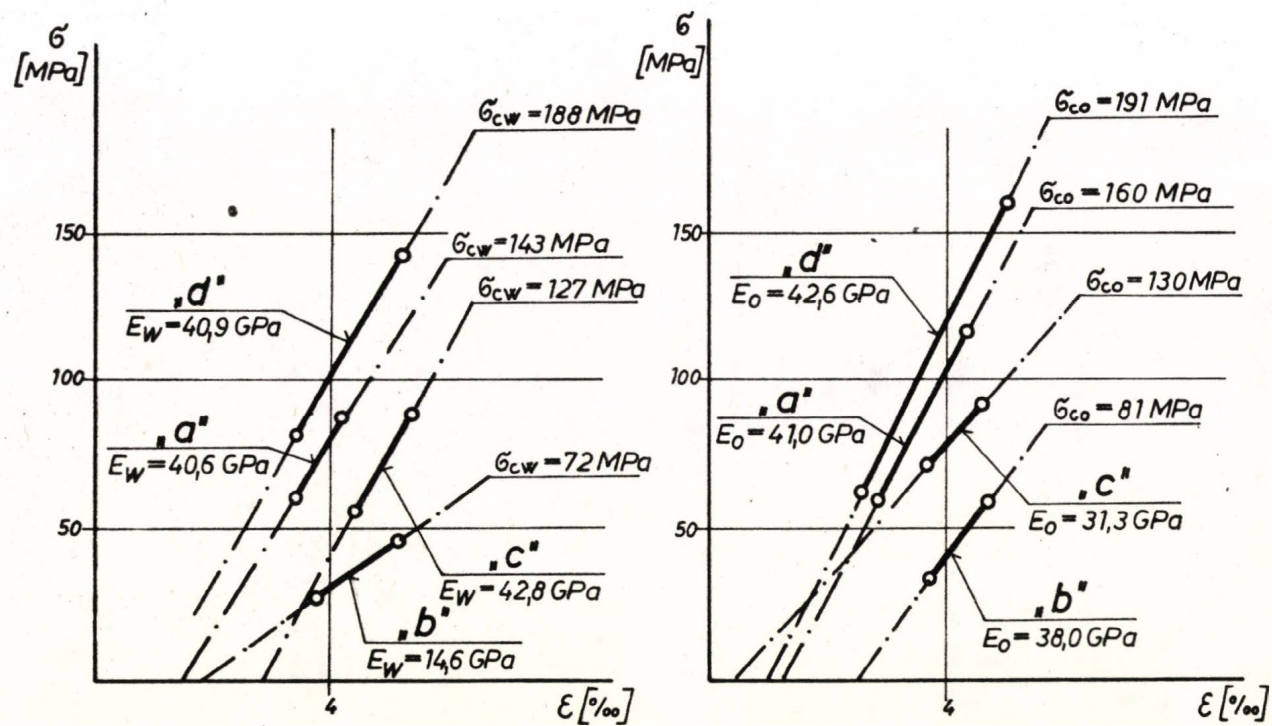
## Ábrajegyzék

1. ábra Dolomitösszletben létesített alagut dőlésrózsája.
2. ábra Dolomitok alakváltozási görbéi.
3. ábra Dolomitok törési határgörbéi.
4. ábra Rugalmas rács szerinti méretezés mód esetén az alagut-falazat elemi egységének megtámasztása inga oszlop rács-poligon felvételével.
- 4/a. ábra Rácspoligon elemi egységének terhelési és alakváltozási képe Müller feltétele szerint.



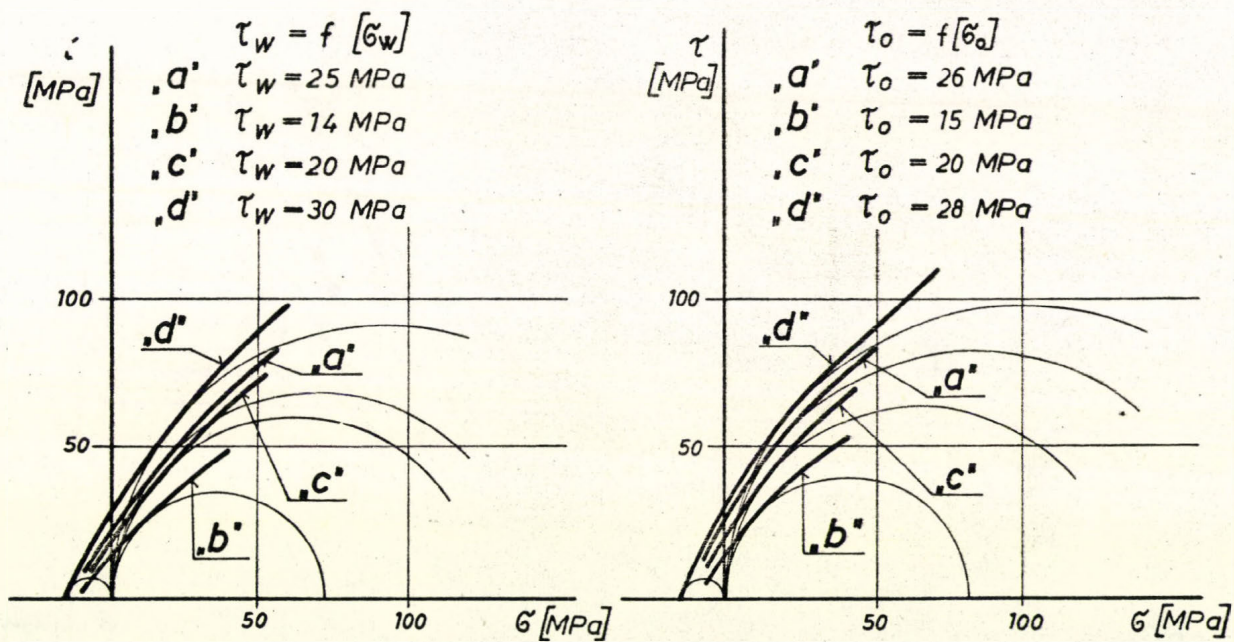


1. ábra

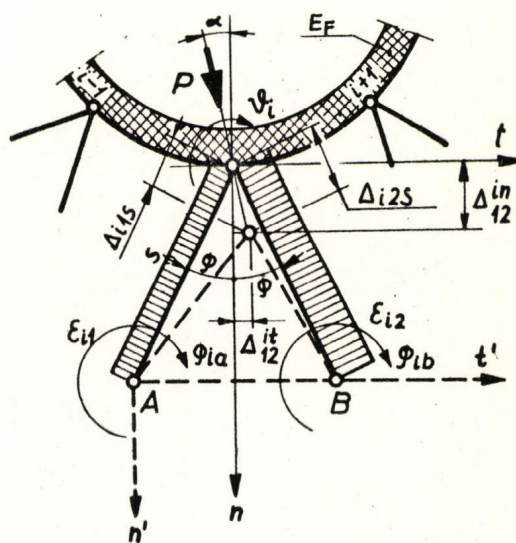


2. ábra





3. ábra



$$\epsilon_{i1} = \frac{S_{i1}}{E_t F_{ts}} \quad \epsilon_{i2} = \frac{S_{i2}}{E_t F_{ts}}$$

4. ábra





MÉRNÖKGEOLOGIAI ADATBANK A VÁROSFEJLESZTÉS ÉS  
KÖRNYEZETVÉDELME SZOLGÁLATÁBAN

/4. speciális szekció, 11. szám/

Reményi Péter<sup>x/</sup>

Magyarországon 1936-ban kezdték meg az építkezésekhez - elsősorban a köz-  
munkákhoz - a rendszeres talajmechanikai vizsgálatokat. Budapest főváros te-  
rületén polgármesteri rendelet alapján már 1940-ben megkezdtek az összes  
vizsgálati eredmény, helyesebben dokumentáció központi gyűjtését. 1954-ben  
az építésügyi miniszter az egész ország területére kiterjesztette az adatszol-  
gáltatási kötelezettséget minden építéshez végzett talajmechanikai, építésföld-  
tani - mérnökgeológiai, valamint építéshidrológiai vizsgálat dokumentációjá-  
ra. Az országos adattár fenntartásával és kezelésével a Földmérő és Talaj-  
vizsgáló Vállalatot /FTI/ bízta meg.

A felszabadulás után megindult rohamos iparosodás, dinamikus városiaso-  
dás és a mezőgazdaság szövetkezetesítése következtében az építési tevékeny-  
ség, s ezzel az előkészítő szakvizsgálatok ugrásszerűen megnőttek. Eredmé-  
nyeként ma már az Építőipari Geotechnikai Adattár-ban kereken 100.000 vizs-  
gálati dokumentációt tárolunk. Ezekben hozzávetőlegesen 800.000 furás, több  
százezer különböző egyéb helyszíni vizsgálat és megfigyelés, valamint az  
ezekhez tartozó milliós nagyságrendű laborvizsgálati eredmény áll rendelkez-  
zésre. Ezek összességükben jelenlegi árszinten meghaladják a 2 milliárd Ft  
feltárási - vizsgálati költséget, s rendkívüli népgazdasági és tudományos ér-  
tékük következtében levéltári védettséget élveznek.

---

<sup>x/</sup> Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat.



Az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium nagy súlyt helyez az archivált adatok sokrétű hasznosítására. Az Építésügyi Műszaki Fejlesztési Tanács 1973. évi határozata alapján kutatási - fejlesztési feladatként megkezdődött egy komplex számítógépes adatbank - adatfeldolgozó és információs rendszer kialakítása, Ennek kidolgozásában az FTI megbízása alapján részt vesz a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézete. Miniszteri határozat alapján folyamatban van az adatszolgáltatásra, illetve az ismételt adatfelhasználásra vonatkozó korábbi rendelet korszerűsítése, mely 1978-ban lép hatályba.

#### Az ismételt adatfelhasználás népgazdasági jelentősége

Az Építőipari Geotechnikai Adattár közkönyvtárként működik, mely az összes illetékes állami és szövetkezeti szervek, illetve magánszemélyek számára egyaránt rendelkezésre áll. 1954. május - 1977. november között összesen 20,235 látogató vette igénybe az adattárat. Ugyanezen időszakban összesen 109,839 archivált dokumentációt kértek ki betekintésre. Az elvégzett trendanalízis kimutatta, hogy átlagosan évente 2,75 % forgalomnövekedéssel kell számolnunk. Ez törvényszerű is, hiszen az ismételt adatfelhasználás - meggy kizárólag kamerális munka - révén:

- a feltáró és laborvizsgálati kapacitás beruházásokkal való bővítése nélkül jelentősen növelhető az értékelési - szakértői tevékenység volumene;
- a helyszíni vizsgálatok elmaradásával jelentős anyag- és energia-takarékosság, önköltségcsökkentés érhető el;
- az új beruházások előkészítése és tervezése olcsóbban és főleg lényegesen gyorsabban megtörténhet, növelve ezzel a fizetőképes kereslet kielégítését, miáltal a szakvizsgálatokat végző vállalatok közvetlenül is érdekelve vannak az adattár kínálta lehetőségek maximális kihasználására.

Az FTI - mely országosan az építőipari geotechnikai szakvizsgálatok 35-40 %-át végzi - például 12 év alatt /1965-1976/ összesen 240.000 folyóméter archivált furási - vizsgálati eredményt hasznosított ismételt adatfelhasználással. Ezáltal a megrendelőknek kizárólag a furási munka elhagyásával közelítően 30 millió Ft közvetlen megtakarítást biztosított. Az elvégzett számítások szerint az adattár fennállása óta az összes ismételt adatfelhasználás csak furásmegtakarítás révén minimálisan 50 millió Ft előkészítési - tervezési költség - megtakarítást eredményezett.

A geotechnikai vizsgálatokat végző szervezetknél és a beruházóknál közvetlenül jelentkező és konkrétan mérhető megtakarításoknál sokkal lényegesebb szempontok azonban:

- a beruházások gyorsabb előkészítése, s ezáltal azok rövidebb idő alatti átadása, az ebből következő többlettermelés;
- a számításba vehető terület variációk geotechnikai beépíthetőségi viszonyainak optimalizálása alapján hozott telepítési döntésből fakadó beruházási megtakarítások;
- a helyismeretből, az építési tapasztalatokból adódó jobb munkaszervezés, optimális műszaki megoldás és technológia, pontosabb méretezés következtében elérhető kivitelezési megtakarítások;
- a középtávu /5 éves/ fejlesztési tervek pontosabb kidolgozása, az átlagosnál kedvezőbb és kedvezőtlenebbbeépíthetőségi viszonyokkal rendelkező területek felhasználásának tér- és időbeli ütemezése a népgazdaság pillanatnyi teherbíró képessége függvényében;
- hogy csak a legfontosabbakat említsük - mind olyan tényezők, melyek gyakorlati megvalósítását az Építőipari Geotechnikai Adattár közvetlenül kiszolgálja. /"Reményi - Varga: A területrendezés gazdaságossági számítása építésföldtani oldalról" című referátumban konkrét példákkal is illusztráljuk a problémát./



Hazánkban a területrendezési és fejlesztési tervezés jobb előkészítése céljából egyre szélesebb körben kerülnek alkalmazásra az építésföldtani állapot-térképek, komplex mérnökgeológiai térképek is. Az ismételt adatfelhasználás mind nagyobb részét ezek kidolgozása adja. Csupán példaként említjük, hogy Budapest főváros térképezéséhez kerekítve 40.000 régi furás adatait használtuk fel. Miskolc, Eger, Pécs, Salgótarján, Esztergom, Székesfehérvár és még több más magyar város mérnökgeológiai térképezésének alapját az Adattárban archivált feltárási és vizsgálati eredmények szolgálták.

Az adattárat a regionális mérnökgeológiai térképek elkészítésénél a Magyar Állami Földtani Intézet is rendszeresen használja, mint pl. a Balaton térségének 1:10.000 méretarányu térképezése, vagy az 1:100.000 léptékű alföldi áttekintő térképek szerkesztése esetében.

A Duna-Majna-Rajna egységes víziut kiépítéséhez kapcsolódó területfejlesztési tervezéshez is az Adattár szolgáltatta a kiinduló geotechnikai-építésföldtani adatokat.

Csupán néhány kiragadott példával kívántuk érzékeltetni, milyen sokrétű és közvetlen gyakorlati területi tervezési és építőipari hasznosítás bizonyítja az Adattár hatékonyságát.

#### Fejlesztési követelmények, célkitűzések és feltételek

A korszerűsítés során megoldandó feladatokat a következőkben rögzítettük:

- helytakarékos tárolás és állagvédelem,
- hibamentes és teljeskörű nyilvántartás,
- adatkeresés és azonosítás gyors és hibamentes biztosítása;
- szelektált visszakeresés lehetősége;
- származtatott és integrált célinformációk szolgáltatása.

Ezen követelmények kizárólag mikrofilm technika és elektronikus számítógép alkalmazásával elégíthetők ki.

Az előzőekben vázolt feladatok maradéktalan kielégítésével biztosítható:

- az ismételt adatfelhasználás növelése;
- az ágazat szakfelületi és tervezési feladatainak kiszolgálása;
- az építésügyi információs és szaktanácsadó szolgáltatások fejlesztése az adatbázis mobilizálásával;
- a tudományos kutatás és műszaki fejlesztés igényeinek kielégítése;
- a műszaki kultúra és szakoktatás speciális szempontjaiból való hasznosítás.

Az adatbank szervezés szempontjából adott feltételként tudomásul kell venni, hogy az adatok műszaki információ-tartalom, értékelhetőség és ismételt felhasználhatóság szempontjából nem egyenértékűek, vannak ugyanis

- az idő függvényében változatlan, tartósan azonos értékű adatok;
- lassu, uralkodóan azonos változási trendet mutató adatok, melyek alkalmasak egy folyamat meghatározására, prognosztizálására;
- időben gyorsan változó, általában határok között ingadozó értéket mutató adatok, állapotjellemzők, melyek tömeges feldolgozása a terület értékelését is elősegíti;
- természeti folyamatok, vagy művi beavatkozások következtében a vizsgálat végrehajtása óta alapvetően megváltozott adatok, melyek ismételt felhasználásra nem alkalmasak, csupán ezen utólagos hatások milyenségére vagy mértékére szolgáltatnak információt.

Mindezek figyelembevételével kiemelést teszek az adatbank konkrét szervezési szempontjai közül.



## Az adatstruktúra számítógépre szervezésének néhány kényszerű feltétele

A számítógép használata az ember - gép kapcsolatából következően alapvető szemléleti és megszokottsági változtatásokat követel a hagyományos formákhoz hasonlítva. Meg kellett találni azt az optimálisnak tekinthető kompromisszumot, mely biztosítja, hogy a gépi adattárolás, futtatás, algoritmizálás és programozás meghatározott feltételei, a műszaki felhasználók tartalmi és formai hagyományai, szokásai működőképes és hatékony rendszerré legyenek egyesíthetők.

A változatlan adatszolgáltatás terén eleve egyértelmű volt, hogy a teljes szöveges és rajzi adatmennyiség számítógépes tárolása gazdasági okokból nem oldható meg. Ezért követelmény a párhuzamos teljes mikrofílm-tár megvalósítása is /a "COM" technika egyenlőre irreális!/, a programba beépített utalási rendszerrel. Így a változatlan teljes körű adatszolgáltatás mikrofílm másolatok, vagy fotonagyítások formájában bármikor biztosítható. A számítógép biztosítja a részleges adatközlést, illetve ezek köréből is a kívánt szekciót.

A származtatott adatszolgáltatás viszont megköveteli

- az összehasonlító elemzéseket és értékelést;
- a matematikai statisztikai és numerikus eljárásokat, valamint
- a grafikus szemléltetést,

vagyis a "kérdés - felett" hagyományos adatbanknál magasabb szintű rendszer kiépítését.

A társkutatóként bevont MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet Numerikus Módszerek Osztálya a CDC 3300 számítógép hardware és software adottságait és lehetőségeit alapul véve megkövetelte:

- a tömegesen ismétlődő szöveges információk kódolását;

- alapadatokból számítással képezhető paraméterek tárolásának elkerülését;
- a felhasználást legcélszerűbben kiszolgáló logikai adatszoportosítást /file szervezést/;
- az adatkeresést és az összefüggéseknek megfelelő kapcsolatot biztosító azonosítási rendszer kidolgozását /1. ábra/.

A kutatási-fejlesztési feladat során eddig elkészült az adatbeviteli - tárolási és a változatlan formában való kiirattatási programcsomag. Hangsúlyozni kell, hogy a különböző számítógépekhez adott gyári adatbank programok a speciális komplex cél kielégítésére nem voltak alkalmasak. Ezért kellett teljesen új, a térképi koordináta rendszerhez alkalmazkodó megoldást kialakítani. Ez egyúttal biztosítja a kompatibilitást a földnyilvántartási, területi statisztikai és egyéb szakosított adatbankokhoz.

Elkészült továbbá bármilyen meghatározott adattömegből az izovonalas térképek automatikus szerkesztési és rajzolási programja is. Az általában szokásos ismert programokhoz képest jelentős tartalmi eltérés, hogy a terület ismeretességi foka, feltártsága függvényében a program automatikusan kiegészítő - sűrítő pontokat képez több fokozatban bővített rácspont rendszerhez igazodva. Ezekre vonatkoztatva a térképi jelzésrendszer eleve fölvilágosítást ad a felhasználónak az adott értékek megbízhatóságára. Az előzetes gépi feldolgozás alapján az új feltárások és vizsgálatok mennyisége és eloszlása szempontjából pontosabb feltérési tervet és szerződést köthet a mérnökgeológus.

A matematikai-statisztikai és numerikus adatfeldolgozó programok fogják teljessé tenni a rendszert.

#### Az Építőipari Geotechnikai Adattár környezetvédelmi vonatkozásai

Az építőipari műszaki környezetvédelem alapvetően a felszínhez, a talajokhoz és a hidrológiai adottságokhoz kapcsolódik. Értelemszerű, hogy a különböző geotechnikai célvizsgálatok az ezekre vonatkozó megállapításokat tartalmazzák.



Egyértelműen igazolt tény, hogy az iparosodás és urbanizálódás, valamint a mezőgazdaság kemizálása hatásaként a felszín, a talajok és talajvizek közvetlen, vagy közvetett szennyezése következtében pl. a talajok és talajvizek építőiparilag kedvezőtlen agresszivitása időben növekszik, illetve térben terjed. Az adattár több évtizedes adatsora az ilyen szennyeződési, agresszivitás emelkedési folyamatok kimutatását biztosítja. A különböző kémiai reakciók befolyásolhatják egyes talajfizikai állapotjellemzők alakulását is, melyek kimutatására ugyancsak lehetőség nyílik hosszadalmas és költséges laboratóriumi kísérletsorozatok nélkül is, a korábbi vizsgálati eredmények kronológikus sorrendben történő tömeges összehasonlító elemzésével.

Ugyanigy meghatározott területegységek környezeti terhelésének állapotát, a folyamat trendjét és a szükséges passzív vagy aktív védelmi intézkedéseket is meg lehet határozni. Ez eleve intézkedési, valamint műszaki- gazdasági prognózisok kidolgozását is jelenti.

Itt olyan tényezők is említendők, mint pl. egy hulladékdepónia környezet-szennyező hatásának utólagos regisztrálása, vagy egy új üzem, stb. következménye a környezetben lévő felszín, talajok- és talajvíz vonatkozásában.

Az adattár rendkívül jelentős a különböző építési és területhasználati tapasztalatok felhalmozódása révén is. A különböző általaj eredetű épületkárok, pincevízbetörések, próbacölöpözési, szondázási és próbaterhelési eredmények, süllyedésmérési adatok-, és még sorolhatnánk tovább - tömeges feldolgozása, területi koncentrállódásának elemzése a telepítés, a műszaki megvalósítás és a rendeltetésszerű használat során szükséges karbantartási feladatok szempontjából egyaránt értékes tudományos és gyakorlati következtetéseket eredményez. Külön kell említeni az alapozás szempontjából kedvezőtlen talajok /pl. tözeg, feltöltés, térfogatváltozó agyag, roskadásveszélyes lösz, stb. / területi előfordulásának térképi lehatárolhatóságát.

Az adattár archiválja a különböző építőanyagipari nyersanyagkutatások eredményét is, melyek révén az ország cement- és mésziparának, kavics- és kőtermelésének bázisát szolgáltató nyersanyagkataszterek elkészíthetők.

Ugyanigy a különböző felszín- és talajmozgás veszélyes területek térképi kataszterezése nélkülözhetetlen a területfejlesztési tervezésben.

A hulladékelhelyezés szempontjából a felhagyott régi bányaudvarok, anyagnyerő gödrök feltérképezéséhez, illetve a területfelhasználás érdekében a feltöltésre szoruló mélyterületek felméréséhez az adattárban lévő dokumentációk ugyancsak hasznos információkat tartalmaznak.

A talajvizek agresszivitásának országos áttekintő feltérképezése, az agresszivitás tér- és időbeli változásának rögzítése a korrózióvédelmi intézkedések tervezéséhez, a cementiparral szembeni követelmények meghatározásánál, stb. vezetett népgazdasági jelentőségű eredményekre.

Csupán ez a néhány felvillantott példa is igazolja, hogy az adattárban archivált vizsgálati eredmények

- a területgazdálkodás, területfejlesztés és karbantartás, illetve a telepítési - területfelhasználási döntések;
- a területek természeti erőforrásai, illetve környezeti potenciáljának meghatározása;
- a beépítésből, területfelhasználatból eredő környezet-terhelés növekedésének megelőzése;
- az üzemeltetést, rendeltetésszerű használatot, a terület stabilizálását, a létesítmények állagát veszélyeztető környezeti /spontán és kiváltott/ hatások megelőzése

vonatkozásában közvetlenül és sokrétűen hasznosíthatók konkrét gyakorlati és tudományos szempontból egyaránt.



Utalnom kell azonban kiegészítésként még arra is, hogy a területi **azonosi-**tásra szervezett adattárolási és visszakeresési **gép**i rendszer, a meglévő archivum, a szervezet és információs szolgálat eleve alkalmas rá, hogy megfelelő kiegészítő intézkedésekkel általánosabb központi környezetvédelmi adatbázissá váljék.

### Összegzés - ajánlások

A népgazdasági és társadalmi igények eleve megkövetelik, hogy minden fajta területvizsgálat - s közöttük a mérnökgeológiai vizsgálatok és térképezés is - közvetlenül szolgálja a konkrét fejlesztési célok megalapozottabb, pontosabb előkészítését, majd megvalósítását.

A korszerű matematikai módszerek geotechnikai alkalmazása, a nagy teljesítményű számítógépek nyújtotta lehetőségek rendkívüli mértékben növelték az - eddig papírtárolónak tekintett - adattárak tudományos, illetve műszaki és gazdasági hasznosíthatóságát.

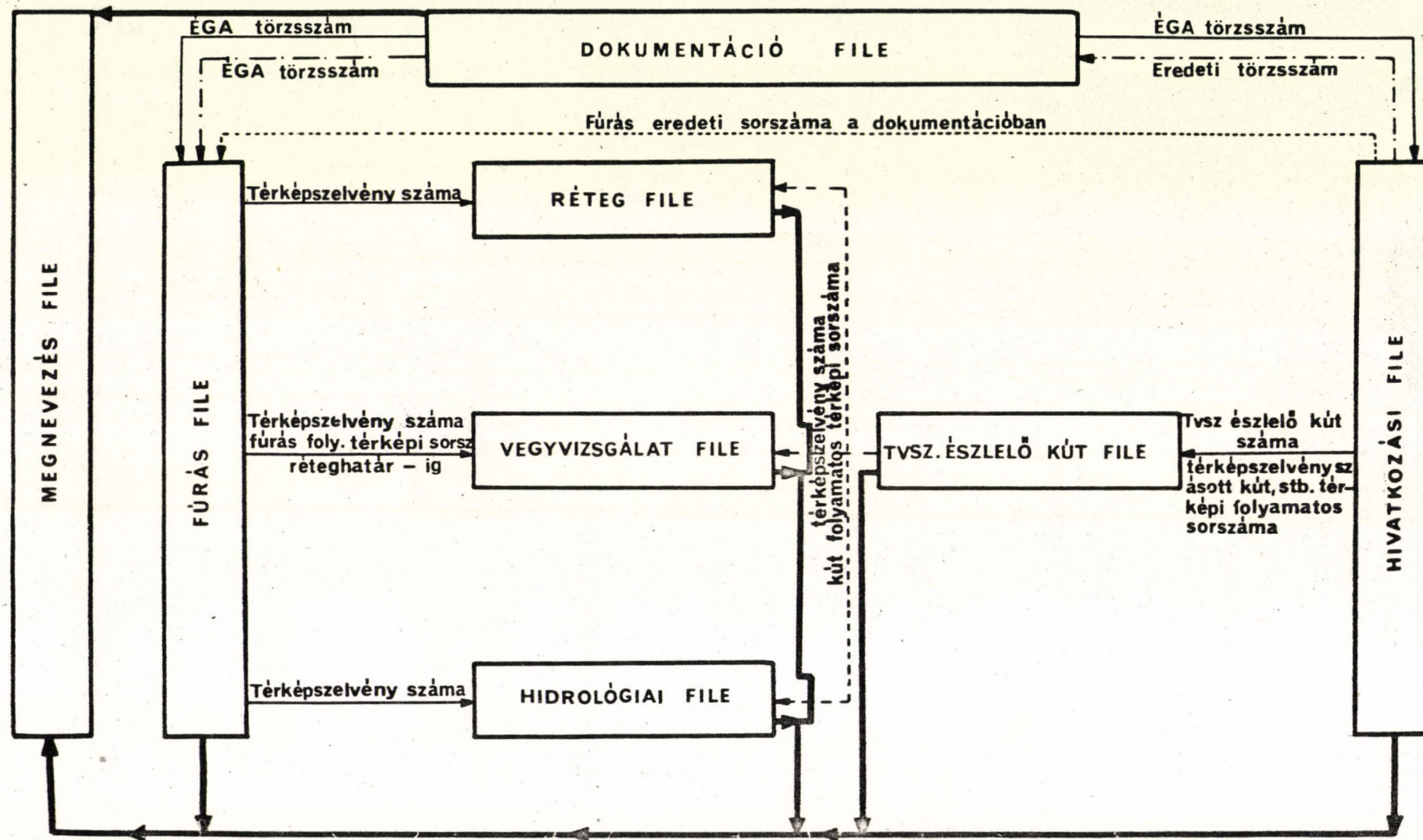
Az elvárások és ellentételként a legujabb lehetőségek ötvöződése lehetővé, sőt indokoltá teszi a feladat megoldását. Az új feltárások, helyszíni vizsgálatok, folyamatészlelések, laboratóriumi vizsgálatok, majd az értelmezés és értékelés terén is számottevő idő és költség megtakarítást eredményez a központi adattárnak kialakítása, illetve a számítógépes adattároló - feldolgozó rendszer kiépítése és az ebből adódó ismételt adatfelhasználás.

Sajnálatos, hogy az ezirányú törekvések, eddigi kutatási - fejlesztési eredmények még nem kerültek be eléggé a nemzetközi szakirodalom vérkeringésébe, a tudományos közélet fórimaira. Ennek következtében az ilyen irányú és célú kutatással és fejlesztéssel foglalkozó szervek, szakemberek sem találak még egymásra, hogy közvetlen tapasztalatcserekkal, sőt együttműködéssel és integrációval gyorsíthatnák meg munkájuk hasznosítását.

Az IAEГ alapvető hivatásának érzem, hogy az információ **csere** és közvetítés révén valóban interdiszciplináris alkalmazott tudományágunk, szakterületünk, tevékenységünk hatékonyságát fokozza, társadalmi és népgazdasági jelentőségét a komplexebb és körültekintőbb munkával elmélyítse és elismertesse.



# ÉPÍTÉSÜGYI GEOTECHNIKAI ADATTÁR







Kiadja: Magyarhoni Földtani Társulat !  
Engedélyszám: III/SZI/86/1976  
Felelős kiadó: dr. Hámor Géza  
Készült: 480 példányban  
80-2287 MTESZ Házinyomda, Bpest.  
Felelős vezető: Deli Sándor